

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventor :Masanori HASHIMOTO et al.  
Filed :Concurrently herewith  
For :RPR NETWORK SYSTEM  
Serial Number :Concurrently herewith

February 6, 2004

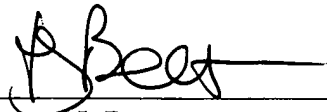
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**PRIORITY CLAIM AND**  
**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

S I R:

Applicant hereby claims priority under 35 USC 119 from **Japanese** patent application number **2003-031398** filed **February 7, 2003**, a copy of which is enclosed.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
Thomas J. Bean  
Reg. No. 44,528

Customer Number:  
026304  
Docket No.: FUJY 20.954

041705

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   2 月   7 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 3 1 3 9 8  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 0 3 1 3 9 8 ]

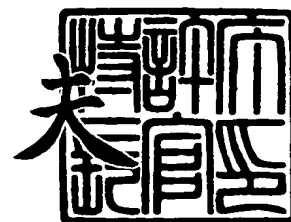
出   願   人            富 士 通 株 式 会 社  
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 0 月 2 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号   出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 6 8 3 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 0253301

【提出日】 平成15年 2月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 12/56

【発明の名称】 R P R ネットワークシステム

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜 3 丁目 9 番 1 8 号 富士通  
コミュニケーション・システムズ株式会社内

【氏名】 橋本 正則

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089244

【弁理士】

【氏名又は名称】 遠山 勉

【選任した代理人】

【識別番号】 100090516

【弁理士】

【氏名又は名称】 松倉 秀実

【連絡先】 0 3 - 3 6 6 9 - 6 5 7 1

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012092

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705606

【プルーフの要否】 要

**【書類名】 明細書****【発明の名称】 R P R ネットワークシステム****【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 1 以上のリングに MAC フレームを終端する複数のステーションノードと MAC フレームを中継する複数のブリッジノードとが接続された R P R ネットワークにおいて、

前記各ステーションノードは、他のステーションノードに MAC フレームを送信する場合には、前記他のステーションノードの MAC アドレスが宛先 MAC アドレスに設定された R P R MAC フレームを送信し、或るブリッジノードに接続された前記リング外のステーションに MAC フレームを送信する場合には、この MAC フレームがカプセル化された R P R MAC フレームを前記或るブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、

前記各ブリッジノードは、自身に接続されたリング外のステーションから他のブリッジノードに接続された前記リング外のステーションの MAC アドレスが宛先アドレスに設定された MAC フレームを受信した場合には、この MAC フレームがカプセル化された R P R MAC フレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、自身に接続された前記リング外のステーションから或るステーションノードの MAC アドレスが宛先 MAC アドレスに設定された MAC フレームを受信した場合には、この MAC フレームを R P R MAC フレームに変換して送信し、

前記各ステーションノードは、MAC フレームがカプセル化されていない R P R MAC フレームを取り込み、

前記各ブリッジノードは、MAC フレームがカプセル化された R P R MAC フレームを取り込み、取り込んだ R P R MAC フレーム内の MAC フレームを自身に接続されたリング外のステーションへ送信する R P R ネットワークシステム。

**【請求項 2】** 前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、前記リングに接続された全てのステーションノードおよびブリッジノードの MAC アドレスが登録されたテーブルを有し、

前記各ステーションノードは、MAC フレームを送信する場合に、このMAC フレームの宛先MAC アドレスが前記テーブルに登録されていれば、このMAC フレームをRPR MAC フォーマットで送信し、宛先MAC アドレスが前記テーブルに登録されていなければ、このMAC フレームがカプセル化されたRPR MAC フレームを送信し、

各ブリッジノードは、自身に接続された前記リング外のステーションから受信したMAC フレームを中継する場合に、このMAC フレームの宛先MAC アドレスが前記テーブルに登録されていれば、このMAC フレームをRPR MAC フレームに変換して送信し、宛先MAC アドレスが前記テーブルに登録されていなければ、このMAC フレームがカプセル化されたRPR MAC フレームを送信する

請求項1記載のRPR ネットワークシステム。

【請求項3】 前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、さらに、前記各ブリッジノードのMAC アドレスと、各ブリッジノードに接続された前記リング外のステーションのMAC アドレスとを対応づけて格納する対応テーブルを有し、

前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、MAC フレームがカプセル化されたRPR MAC フレームを送信する場合に、このMAC フレームの宛先MAC アドレスに対応するブリッジノードのMAC アドレスが前記対応テーブルに格納されているときには、このブリッジノードのMAC アドレスを前記RPR MAC フレームの宛先MAC アドレスに設定する

請求項2記載のRPR ネットワークシステム。

【請求項4】 前記各ステーションノードおよび／または前記各ブリッジノードは、前記複数のブリッジノードの全てがグループに属するマルチキャストアドレスを保持し、

前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、MAC フレームがカプセル化されたRPR MAC フレームを送信する場合に、このMAC フレームの宛先MAC アドレスに対応するブリッジノードのMAC アドレスが前記対応テーブルに格納されていないときには、前記RPR MAC フレームの宛先MA

Cアドレスに前記マルチキャストアドレスを設定する

請求項3記載のRPRネットワークシステム。

【請求項5】 前記各ブリッジノードは、MACフレームがカプセル化され且つこのMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたRPR MACフレームを送信する場合に、このRPR MACフレームの送信元MACアドレスに自身のMACアドレスを設定し、

前記各ブリッジノードから送信されるMACアドレスがカプセル化されたRPR MACフレームを中継するステーションノードおよび／またはブリッジノードは、このRPR MACフレームの送信元MACアドレスと、このRPR MACフレーム内のMACフレームの送信元MACアドレスとを対応づけて前記対応テーブルに格納する

請求項3記載のRPRネットワークシステム。

【請求項6】 RPRネットワークを構成する1以上のリングにMACフレームを終端する複数のステーションノードとともに接続され、

前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定された前記リング外のステーションからのMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、

前記ステーションから或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信するブリッジノード。

【請求項7】 RPRネットワークを構成する1以上のリングにMACフレームを中継する複数のブリッジノードとともに接続され、

前記リングに接続された他のステーションノードにMACフレームを送信する場合には、この他のステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたRPR MACフレームを送信し、

或るブリッジノードに接続された前記リング外のステーションにMACフレー

ムを送信する場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記或るブリッジノードが取り込み可能な状態で送信するステーションノード。

【請求項8】 RPRネットワークを構成する1以上のリングにMACフレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードに搭載され、

前記リング外のステーションから送信され、且つ前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、

或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定された前記ステーションからのMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信するRPRカード。

【請求項9】 RPRネットワークを構成する1以上のリングにMACフレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードのMACフレーム中継方法であって、前記ブリッジノードが、

前記リング外のステーションから送信され、前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、

或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定された前記ステーションからのMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信することを含むブリッジノードのMACフレーム中継方法。

【請求項10】 RPRネットワークを構成する1以上のリングにMACフレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードに搭載されるRPRカードのMACフレーム中継方法であって、前記RPRカー



ドが、

前記リング外のステーションから送信され、且つ前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、

或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定された前記ステーションからのMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信することを含むRPRカードのMACフレーム中継方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、リングネットワークに関し、特に、IEEE 802.17で規定されるRPR (Resilient Packet Ring) プロトコルのMACブリッジングを実現する方式および実装技術に関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

RPRは都市間におけるネットワーク、いわゆるMAN/WAN (Metropolitan area network/Wide area network) に提供されることを主目的としたネットワークプロトコル技術である。RPRはIEEE 802.17委員会においてDraft (ドラフト) を制定すべく検討が進められている。2002年9月現在、最初の標準仕様であるDraft V1.0 (仮仕様) がリリースされた段階で、9月末の会合にて承認、その後必要な修正を経て、2003年3月には最終仕様が決定される予定になっている。RPRは過去にCisco社が発表したSRP (Spatial Reuse Protocol) をベースにしており、以下の特徴を持つ。

1. 双方向二重リングネットワークをサポートする。
2. MAC (Media Access Control) レイヤ (レイヤ2) をサポートする。
3. 使用帯域の有効利用率が高い。

4. Plug & Play(プラグ・アンド・プレイ)である。
5. 障害時の切り替え時間が50ms以内である。

【0003】

なお、SRPについては、例えば、特許文献1に記載されている。

【0004】

RPRは上記に加えて以下の点が特徴となっている。

1. 優先度クラスが3つあり、上位レイヤのQoS(Quarity of Service)制御が実装しやすい。
2. 障害時の切り替え方式がステアリング方式(障害により到達しなくなったルートをリングの逆方向に切り替える方式)であり、ラッピング方式(障害により到達しなくなったルートを障害発生点の手前で逆方向リングに折り返す方式)はオプションである。
3. 規定をMACレイヤに限定し、最下位レイヤ(物理レイヤ)によらない方式である。

【0005】

RPRは、新しいMACレイヤプロトコルであり、MACフレームを終端する。したがって、本プロトコルを実装する装置(RPR装置)はそれ以上のレイヤ処理を行う装置(いわゆるルータ、ゲートウェイ等)であるのが基本として考えられてきた。しかし、最近のIEEE会合においては、RPR装置がMACフレームをトランスペアレントで転送可能な装置(いわゆるブリッジ)として動作可能とするようにその転送方法を規定する検討がされている。

【0006】

しかしながら、これには多くの課題とその解決方法が示され、最終的にはIEEE 802.1Dに準拠した形で提案がなされている。しかし、この方法にも問題があり規格がまとまるに至っていないのが現状である。

【0007】

本願発明に係る技術を説明するため、まず以下の用語の定義を行う。

- (1) MACフレーム: MACヘッダを持つフレーム。ここではIEEE 802.3に規定されたイーサネット(登録商標)のフレームおよびIEEE 802.

17で規定されたRPR MACヘッダを持つフレームを指す。特に区別する場合は、それぞれ“EMACフレーム”、“RMACフレーム”と呼ぶ。図17にEMACフレームおよびRMACフレームのフォーマットを示す。

(2) ノード：RPRプロトコルを実現する装置である。双方向二重リング上に存在する。本明細書においては、“RPRノード”、“RPR装置”とも呼ぶことがある。

(3) ステーション：MACフレームを終端する装置である。MACフレームを受信し、上位レイヤにデータ部を渡す。また、上位レイヤからのデータをMACフレーム化して送信する。受信時、エラーフレームおよびMACフレームの相手先アドレス(MAC DA)が自装置MACアドレス(MAC SA)に一致しない場合は廃棄を基本とする。但し、受信フレームがRMACフレームである場合には、そのRMACフレームを受信した側と逆側に通過させる。RPRプロトコルを処理するノード(RPRノード)が上記ステーション機能を持つ場合、“ステーションノード”と呼ぶ。

(4) ブリッジ：MACフレームをエラーのない限り中継する装置である。通常、ブリッジは、自身が所有する或る物理ポートからきたMACフレームを他の全物理ポートにコピーして配信する。また、ブリッジはMACアドレス学習機能を持ち、ブリッジが所有するどの物理ポートにMACアドレスの送信元/相手先アドレスで示される装置が接続されているかを、中継するフレームのMAC DA/SAよりテーブル(ポート-MACアドレス対応テーブル)を作成して保存する。2回目以降の受信では、受信したMACフレームのMAC DA/SAをチェックし、相手先アドレスを持った装置が接続された物理ポートのみにMACフレームを送信する。これによって、他のポートに余計な負荷を係ることが防止される。RPRプロトコルを処理するノード(RPRノード)が上記ブリッジ機能を持つ場合には、そのノードを“ブリッジノード”と呼ぶ。

#### 【0008】

次に、従来技術としてまずIEEE 802.17で仮に規定されたステーション間でのRMACフレームの送受信方法について説明する(例えば、非特許文献1)。

## 【0009】

図18は、RPRネットワークの1例を示す。図18において、SA～SLはノードであり、ステーション機能を持つステーションノードである。ノードSA～SLは順に双方向の通信線（通常、光ファイバ等が使用される）で図18に示す状態(順序)でリング状に接続されている。ここで、説明のためにこのRPRネットワークを以下の通りに定義する。

〈1〉各ノードのMACアドレス

SA:MSA、SB:MSB、・・・ SL:MSL

〈2〉時計周り（外回り）接続順

SA→SB→SC・・・SL→SA

〈3〉反時計回り（内回り）接続順

SA→SL→SK・・・SB→SA

RPRでは、受信したフレームを以下のように処理することが規定されている。

- A) FCS/HECでエラーチェックを行い、エラーであれば廃棄する。
- B) そうでない場合、MAC DAをチェックし、自装置のMACアドレスと一致すれば、内部に取り込み、上位レイヤにデータ部を渡す。
- C) MAC DAが自装置アドレスでない場合、MAC SAが自装置アドレスと一致するかどうかをチェックし、一致すれば廃棄する。
- D) そうでない場合、TTL ≤ 1 であるかチェックし、そうであれば廃棄する。
- E) そうでない場合、TTL を - 1 し、フレームを構成しなおして（具体的にはHECおよびFCSを計算しなおして）、次の隣接ノードに送信する（“通過”とよばれる）。

したがって、図18に示すノードSAは、ノードSDにフレームを送信する場合には、図19に示すようなRMACフレームを組み立てる。

## 【0010】

通常、ノードSAは、フレームを中継するノード数が少ない方向（“近い方向”と呼ぶ）である外回りリングに送信する。このフレームは、最初にノードSBに到達する。ノードSBは、フレームのMAC DAが自装置MACアドレスと

一致しないため、このフレームを通過させる（具体的には次のノードに相当する隣接ノードSCに送信する）。このとき、TTLの値が1つ減じられる。ノードSCもノードSBと同様の処理を行い、フレームはノードSDに到達する。ノードSDは、フレームのMAC DAが自装置MACアドレスと一致するので、このフレームをノード内部に取り込み、フレームのデータ部を上位レイヤに渡し、処理を完了する。

#### 【0011】

上述した処理を行うには、各ノードは各リング方向（外回り、内周りのそれぞれ）において目的地ノードまでの中継ノード数を具体的に知っておく必要がある。RPRプロトコルはこの目的を達成するため、リングの形態（トポロジ）を知るためのトポロジディスカバリパケットと呼ばれる制御パケットをRPRノード間でやりとりする。トポロジディスカバリパケットには、各ノードおよび隣接ノードのMACアドレスが情報として含まれている。トポロジディスカバリパケットを受け取った各ノードは自分の情報を追加して隣接ノードに送る。これらの処理を各ノードが行う。これによって、最終的には、全ノードが他の全てのノードのMACアドレスと中継ノード数（正確にはフレーム送信に必要なTTL数）を知ることができる。各ノードはこれをトポロジマップテーブルとして保持する。例として、図20（表1）に、図18に示したノードSAが持つトポロジマップテーブルを示す。なお、トポロジディスカバリパケットは、初期設定時、ノードの追加／削除時の他、各ノード間で定期的を送受信され、常にネットワークの最新情報が保たれる。

#### 【0012】

また、ノードあるいはノード間の通信線に障害が発生した場合、その障害を検出したノードは、プロテクションパケットと呼ばれる制御パケットを他の全てのノードに送信する。これによって、トポロジの変化が各ノードに通知される。トポロジの変化は直ちにトポロジマップテーブルに反映される。例として、図21（表2）に、図18に示すノードSCからノードSDにフレームを送信するための通信線に障害が発生した場合のトポロジマップテーブルの変化を示す。このように、トポロジマップテーブルにトポロジの状態が反映されることによって、ノード

ドSAからノードSD以遠のノードには外回りルートで通信を行うことができないことが示される。これによって、ノードSAは実際にSD以遠のノードに対しては内回りルートを使用して通信を行うことを判別可能となる。この技術はステアリングと呼ばれ、RPRの主要技術の1つになっている。

#### 【0013】

さて、通常のネットワークにこのRPRを適用する場合、リング上のノードの外には、イーサネット等の各種のネットワークが通常接続されており、リング外同士のステーションの通信を可能にする必要がある。

#### 【0014】

元々、RPRでは、元々、リング外部ステーション間のフレームの中継は上位レイヤを介して行うことが想定されていた。つまり、リング上ノードで受信されたリング外部ステーションからのMACフレームは、いったん上位レイヤによって次の中継先（他のリング上ノード）が指定され、RPR MACレイヤのフレームとしてリング上に送信される。そして、このフレームはリング上の別のノードで受信され、そこでまた上位レイヤで次の中継先（リング外ステーション）が指定され、外部のプロトコルのフレームとなって目的のステーションに送信される。このような中継手順では、リング上のノードが必ずルータでなければならないことを示す。しかし、リング外のステーションで扱われるフレームがイーサネットフレーム等のRPRと同じレイヤのプロトコルである場合にはコスト、速度の面で負担が大きい。

#### 【0015】

IEEE 802.17 委員会では上記問題を解決するため、MACフレームを上位レイヤの仲介なしに中継するブリッジ機能を持たせるMACブリッジング方式を規定し、RPRノードがブリッジとして動作する機能を規定に盛り込もうとしている。現在、この機能を実現するにあたって有力な規定はIEEE 802.1Dで規定されているトランスペアレントブリッジ方式であり、IEEE 802.17の規定もこの方向でまとめられようとしている（例えば、非特許文献2, 3, 4, 5 参照）。

#### 【0016】

しかしながら、このトランスペアレントブリッジ方式は以下に示すような幾つかの問題がある。IEEE 802.17 委員会でもこの問題が指摘され、現状では、ブリッジ機能の具体的な標準規定は未だ見えていない。

#### 【0017】

MACブリッジングを行うブリッジ装置は、例えば、図22に示すようなIEEE 802.17に規定されるRPRネットワーク上にブリッジノードとして設置される場合には、以下の通信が可能でなくてはならない（例えば、非特許文献6）。

- 1) SX-BJ-BD-SY の通信（双方向）
- 2) SX-BJ-SA の通信（双方向）
- 3) SA-SGの通信（双方向、ブリッジ通過）

これらのすべての通信を可能とするために、IEEE 802.17 委員会において、IEEE 802.1Dのトランスペアレントブリッジ方式が提案された。この方式をそのままRPRネットワークのノードに適用した場合には、ブリッジノードは図23に示すフレーム処理(トランスペアレント変換)を行う。

#### 【0018】

図23において、フレーム処理を行うリング上のブリッジノードは、通信が行われるリング外のMACアドレスがどのリング上のブリッジに接続されているかの情報を学習しテーブル化する。これによって、上記1)～3)の通信を行うことができる。しかし、このトランスペアレントブリッジ方式には、以下に示すような問題点がIEEE 802.17 委員会で指摘されている（例えば、非特許文献7）。

#### 【0019】

〈1〉ブリッジノードのMACアドレスと、このブリッジノードに接続されたリング外の装置のMACアドレスとの関係が学習できないままになる。このため、リング外の装置宛のフレームが通過するブリッジノードでいつもブリッジノードに接続されたネットワーク宛にフレームがコピー（これをフラッディングと呼ぶ）され、ネットワークの負荷を増大させる可能性がある。

#### 【0020】

RPRでは、通常、リング上のあるノードから別のあるノードにMACフレームを送信する場合には、リングレット選択において、TTLの少ない方が選択される。図22に示したネットワークでBJ-BD間が等距離である場合には、通常どちらかのルートが予め決定される。ここで、SX→BJ→SA→BD→SYのルートでフレームが送信される場合には、ルートの中間にある各ブリッジノードBL, BCは、通過するフレームからステーションSXがブリッジノードBJに接続されていることを学習することができる。

#### 【0021】

しかし、ブリッジノードは、ステーションSYがブリッジノードBDに接続されていることを未学習である場合には、ステーションSYが自装置(自身)に接続されている可能性があるため、フレームの通過と同時にコピーも行い、自装置に接続されたリング外ネットワークにフレームを送信する。また、このフレームが通らない各ブリッジノードBF, BIは、ステーションSXがブリッジノードBJに接続されていることを学習することができない。

#### 【0022】

ステーションSYから上位レイヤでこの応答があると仮定してステーションSXへフレームが送信され、このフレームがSY→BD→SG→BJ→SXというルートで伝わる場合(各ステーションで同一アルゴリズムだと、等距離は同一方向を選択するため)では、各ブリッジノードBF, BIは、ステーションSYがブリッジノードBDに接続されていることを学習できる。しかし、各ブリッジノードBL, BCは学習できない。また、各ブリッジノードBF, BIは、ブリッジノードBJにステーションSXが接続されていることを未だ学習していないので、フレームのコピーをリング外ネットワークに送出する。

#### 【0023】

ステーションSYからのフレームが最終的にステーションSXに到達すると、ステーションSX-SY間は外回りのルート(上記ルート)で通信可能となる。しかし、中間の各ブリッジノードBL, BC, BF, およびBIは自身を通過するフレームのアドレスをいつまでも学習できず、恒常的にフラッディングが発生してしまう(図24参照:例えば、非特許文献8, スライド11および12)。



## 【0024】

上記した問題を防ぐ方法として、フレームが来た方向にその応答を送信する方法がある。例えばブリッジノードBJはステーションSYへの送信は外回り、ブリッジノードBDもステーションSXへの送信は外回りとしてスタートする。この方法では、各ステーションSX、SYが同時に相手に向かってフレームを送信した場合には、そのフレームは外回りを通過して相手に届き、その応答は内回りを經由して相手に返り、その応答はまた外回りを使って・・・というように行き先が定まらず発振状態となる。これによって、フレームの送信遅延によってはフレームの順序逆転が起きる可能性がある（例えば、非特許文献8，スライド7および8）。

## 【0025】

また、図22に示すように、ステーションSZ-SY間の通信は、原則として近い方のルートを使用する。したがって、SZ-BL-SA-BD-SYのルートで双方向の通信が行われる。ここで、BL→SAへの通信線が断になる（切れる）と、SZ→SY方向は外回りで通信できなくなる。このため、ステアリングにより内回りリングが使用される。このとき、各ブリッジノードBJ、BF、BIは、ステーションSYがブリッジBDに接続されていることを学習できていない。したがって、フラッドイングが発生する。しかも、その応答は今まで通り内回りリングでSY→BD→SA→BL→SZのルートで送られる。これによって、先程のアドレス対応の学習はいつまでもできない（図25参照：例えば、非特許文献9，スライド11および12）。

## 【0026】

上記した問題を防ぐ方法として、最初の問題と同じくフレームが来た方向にその応答を送信する方法がある。しかし、ブリッジノードBD-BL間で遠い方のルートが選択されると、近い方の選択よりも通過ノードが増える。したがって、結果として全体の使用可能帯域をより消費する。言い換えれば、ネットワークへの負荷が増大する。

## 【0027】

このように、現状のトランスペアレントブリッジ方式ではいくつかのケースに

においてよいけいな負荷が増大する可能性がある。

#### 【 0 0 2 8 】

〈 2 〉 信頼性などの理由により、複数のブリッジノードに接続されているリング外ネットワーク上の装置向けのフレームにおいては、行き先がわからず、フレームが消失する可能性がある。

#### 【 0 0 2 9 】

図 2 6 に示すように、リング外ステーション S Y がリング上の 2 つのブリッジノード B C , B D に接続されていることは、信頼性の観点から考えられる。このとき、ステーション S Y と各ブリッジノード B C , B D の接続の選択は、I E E E 8 0 2 . 1 D に規定されたスパニングツリープロトコルを適用することによって決定される。仮に、B C - S Y 間のルートが選択されている場合には、例えば S X - S Y 間のフレーム送受信は、ブリッジノード B C を経由して行われ、リング上の各ノードはブリッジノード B C にステーション S Y が接続されていることを学習する（図 2 6 : 通常状態）。

#### 【 0 0 3 0 】

ここで、B C - S Y 間が障害になると、ステーション S Y はスパニングツリープロトコルにより B D - S Y 間のルートを選択する。しかし、ブリッジノード B C はステーション S Y との通信が単に障害と判定するだけで、ブリッジノード B D が代行できることを知る方法がない。したがって、ステーション S Y 宛に送られるフレームはブリッジノード B C で引き取られ、そこで障害と判定され廃棄される。したがって、ステーション S X からステーション S Y へのフレームは、B D - S Y のルートがあるにもかかわらず、すべて届かなくなってしまう（図 2 7 : B C - S Y 間障害状態）。これでは、信頼性を高めるためにステーション S Y をブリッジ B C および B D の双方に接続した意味がない（例えば、非特許文献 8 , スライド 9 および 1 0 ）。

#### 【 0 0 3 1 】

上記問題を解決する案として、I E E E 8 0 2 . 1 7 委員会では、R P R ヘッダにフラッディングビットを設けることが提案された。このフラッディングビットがセットされたフレームは宛先のいかににかかわらず、リング上の全ノードが

受信できるように処理を行う。この概念図を図 28 に示す。この案は常に全ノードにフレームが行き渡る方法を作ることにより、〈2〉のような場合でもフレームが目的地に到達することができる。また常に全ノードが同じ内容を学習できる。したがって、〈1〉のような問題は発生しない。

#### 【0032】

しかしながら、或るフレームにおいて常にほぼ全ノードの通信帯域を使用するということは、RPR の大きな特徴である Spatial Reuse (空間の再利用) を失うことになる。実際に、上述した案による方式は、現在実現されているイーサネットのブリッジ装置をリング上に接続した場合でフレームを送受信するのとほぼ同じ動作になる。このため、RPR を使用する意義がなくなってしまうという問題があらたに発生する。

#### 【0033】

これらの問題は、フレームをトランスペアレントで送信するために、RPR MAC ヘッダの宛先アドレスがリング上のノードのアドレスではなくなることに起因している。言い換えれば、リング上の受信すべき (中継すべき) ノードを MAC アドレスでユニークに指定できないことが、トランスペアレントブリッジ方式で上記したような各問題を起こす要因となっている。

#### 【0034】

そこで、IEEE 802.17 委員会では、EMAC フレームを RMAC フレームに変換する場合において RMAC フレームに元の EMAC アドレスを追加するような形で上記問題の解消を図る方法が検討されている。これはエンハンスブリッジ方式と呼ばれている。この方式には以下のようなフォーマット案が提案されている。

#### 【0035】

(A 案) MAC アドレスを RPR フォーマットに追加して送受信する方式  
図 29 に MAC アドレスを追加したフォーマット案を示す。この A 案は、リング上のノードで、リング外から来たイーサネットフレームに対し必ずリング上のノードのアドレスを宛先として付加する方法である。A 案は上記問題を解消できる。リング外の MAC アドレスとリング上の MAC アドレスとの対応づけを行うた

め、トランスペアレントブリッジでリング外のステーションがどのリング上のブリッジノードに接続されているかを学習してテーブル化する(例えば、非特許文献9, スライド17)。

#### 【0036】

しかし、A案には、次の欠点がある。すなわち、A案は、今までのRPRフォーマットと互換性がない。このため、A案に従って製造される装置と既存の装置との通信が不可能になる。これは、RPR装置向けに設計されたRPR MACレイヤ処理用の既存のLSIが使用できないことを意味する。また、A案では、リング上の全てのノードが上記処理(リング上のMACアドレスを追加する処理)を行わなければならない。このため、リング上のステーションノード間通信では、RPR MACアドレスとMACアドレスに同じアドレスを設定しなければならない。このような処理は、リング上のステーションノード間の通信に限ってみれば無駄である。また、A案に係るフォーマットはオーバーヘッドが常に大きく、データ通信効率が悪いという面もある。

#### 【0037】

(B案) MACアドレスを追加するかどうかをフラグで識別する案  
MACアドレスの追加は、本来的には、ブリッジが通信に関係する場合にのみ必要な情報である。したがって、送受信側のどちらか(あるいは両方)がブリッジノードである場合にのみMACアドレスを追加する案が考えられる。このB案を図30に示す。B案とA案との違いは次の通りである。すなわち、A案は常にRPR MACアドレスを付加し、フォーマットを変更する。これに対し、B案は、必要な場合にのみRPR MACアドレスを付加し、それ以外は既存のフォーマットで通信を行う。したがって、リング上のステーションノード間の通信では、RPR MACアドレスの追加は適用されない。

#### 【0038】

しかしながら、リング上のブリッジノードおよびステーションノードは、通信相手によってMACアドレスの付加あり／なしを区別しなければならない。このため、RPRヘッダにMACアドレスが付加されているか否かを判定するための情報(フラグ：最低1ビット)が必要である。

## 【0039】

B案には、次の欠点がある。すなわち、B案のようにフラグが付加されたフォーマットは、A案と同様に元のフォーマットと互換性がない。さらに、B案は、新たにRPRヘッダにフラグを追加しなければならない。このため、既存の仕様で製造された装置との互換性がなく、既存のRPR MACレイヤLSIが使用できない。但し、B案は、A案と異なり、ステーションノード間の通信については、既存の装置と通信を行うことができる。また、B案は常にRPR MACアドレスを付加しない。このため、全体の通信量に対するオーバーヘッドはA案に比べて小さい。

## 【0040】

(C案) ブリッジでフレーム全体をカプセル化する案

フォーマットに互換性を待たせるため、ブリッジでMACフレーム全体(EMACフレーム)をRPR MACフレームでカプセルリングする方法が考えられる。このC案に係るフォーマットを図31に示す(例えば、非特許文献9，スライド21、非特許文献10，スライド11)。

## 【0041】

C案では、カプセルリング(エンカプセル)を示すためのET(イーサネットタイプ)を新しく登録する必要がある(IETFに申請が必要)。C案において、単にMACフレームをカプセルリングするだけなら問題はない。しかし、ラベルをヘッダとペイロードの間に追加するプロトコル(IEEE802.1Q-VLAN，MPLS等)のサポートがそのままではできなくなってしまう(IEEE802.17ではこれらのプロトコルをサポートできるような規定が存在している)。これらのプロトコルを処理するためには、また新しいETを登録する必要がある、それは処理したいプロトコルの数だけ必要になる。

## 【0042】

以上説明したA～C案のいずれも、その送信先がブリッジ配下のリング外ステーションである場合において、そのステーションMACアドレスとそれが接続されているリング状のブリッジノードのMACアドレスとの対応が学習されているときに、リング上の送信元及び宛先に相当するMACアドレスを追加することに

よって送信が可能となる。

#### 【0043】

しかし、新しくブリッジ配下にステーションを追加した場合においてはこの対応関係が学習できていない場合がある。この場合には、全ノード（正確にはその中のブリッジのみ）にフレームを送る必要がある。このため、宛先MACアドレスとしてブロードキャストMACアドレスが追加される。ブロードキャストMACアドレスが追加されたフレーム(RPRフレーム)は、各ノードで受信される。当該RPRフレームを受信したブリッジノードは、配下のリング外ポートすべてにこのRPRフレームをイーサネットフレームに変換して送る。リング外ポートのいずれかに該当のMACアドレスを持つ装置(このイーサネットフレームのMAC DAを持つ装置)があれば、その装置は所望のイーサネットフレームを受信することができる。しかし、このイーサネットフレームの宛先に該当しないステーションは、このイーサネットフレームを受信して中身を解釈した後に廃棄する。

#### 【0044】

上記のような処理を実現するには、上記A～C案のいずれでもMACアドレスが追加された新しいフォーマット（あるいはカプセル化したフォーマット）をノードで解釈できるようになっていなければならない(図32参照)。このことはA案だけでなく、BおよびC案も既存のフォーマットのみを処理する装置をリング内に配置できないことを意味する(図33参照)。

#### 【0045】

その他、本願発明に係る先行技術として、下記の非特許文献11～17に記載された技術がある。

#### 【0046】

##### 【特許文献1】

米国特許第6314110号明細書

#### 【0047】

##### 【非特許文献1】

IEEE Draft P802.17/D1.0 (P802-17D1-0b.pdf)、5、6、8および10

章、インターネット <URL: <http://www.ntp.net.fujitsu.co.jp/StOrg/IEEE/>>

【 0 0 4 8 】

【非特許文献 2】

Bridging Ad-Hoc (BAH) Overview (bah-upd-01.pdf)、インターネット <URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/may2002/index.htm>>

【 0 0 4 9 】

【非特許文献 3】

Briging on 802.17 LAN with 802.1D/Q Compliance (bah-dot1-01.pdf)、インターネット <URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/may2002/index.htm>>

【 0 0 5 0 】

【非特許文献 4】

Basic Bridging Compliacne (bah-basic-03.pdf)、インターネット <URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

【 0 0 5 1 】

【非特許文献 5】

Enhanced Bridging Spatial Reuse of 802.17 Bridge Traffic (bah-enhnc-02.pdf)、インターネット <URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

【 0 0 5 2 】

【非特許文献 6】

802.17 Frame Structure and Bridging Ad-Hoc Support (bah-frm-01.pdf)、スライド 11, 17, 21、インターネット <URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/may2002/index.htm>>

【 0 0 5 3 】

【非特許文献 7】

Flooding in 802.17 Networks (bah-fld-01.pdf) 、インターネット <URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/may2002/index.htm>>

【 0 0 5 4 】

【非特許文献 8】

802.1D/Q Compliance and Spatial Reuse (bah-spat-01.pdf) , スライド 7-8, 9-10, 11-12、インターネット <URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/may2002/index.htm>>

【 0 0 5 5 】

【非特許文献 9】

BAH 802.17 Frame Structure Requirements (bah-frame-02.pdf) , スライド 11、インターネット <URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

【 0 0 5 6 】

【非特許文献 10】

BAH Summary (bah-motion) 、インターネット <URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/may2002/index.htm>>

【 0 0 5 7 】

【非特許文献 11】

802.17 presentations (bah-fld-01.pdf) 、インターネット <URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

【 0 0 5 8 】

【非特許文献 12】

Bridging Ad-Hoc (BAH) Overview (bah-over-01.pdf) 、インターネット <URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

【 0 0 5 9 】

【非特許文献 13】



802.17 Bridging Compliance Roadmap (bah-road-01.pdf) 、インターネット  
ット <URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

【 0 0 6 0 】

【非特許文献 1 4 】

TA Document IEEE802.17-11 Jul2001/0.40:3, October 2001 (Basic-Bridging-Draft-Text.pdf) 、インターネット <URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

【 0 0 6 1 】

【非特許文献 1 5 】

Proposed D0.3 Changes for Enhanced Bridging July 1, 2002 RESILIENT PACKET RING (RPR) (bridge-spat-draft02.pdf) 、インターネット <URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

【 0 0 6 2 】

【非特許文献 1 6 】

IEEE Draft P802.17/D0.3 Contribution, DRAFT STANDARD FOR (Flooding.pdf) 、インターネット <URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

【 0 0 6 3 】

【非特許文献 1 7 】

IEEE Draft P802.17/D0.3 Contribution June 28, 2002, RESILIENT PACKET RING (RPR) (Formats.pdf) 、インターネット <URL: <http://www.ieee802.org/17/documents/presentations/jul2002/index.htm>>

【 0 0 6 4 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的の一つは、上述した問題に対し、MACアドレスの追加／フレームのカプセル化が行われていることを示す識別用のフラグ／ETを不要とするRPRネットワークに係る技術を提供することである。

**【0065】**

また、本発明の目的の一つは、リング上のブリッジノードだけがアドレス不明のフレームを受信する手段をもつRPRネットワークに係る技術を提供することである。

**【0066】****【課題を解決するための手段】**

本発明は、上記した課題を解決するため以下の構成を採用する。

**【0067】**

すなわち、本発明は、1以上のリングにMACフレームを終端する複数のステーションノードとMACフレームを中継する複数のブリッジノードとが接続されたRPRネットワークにおいて、

前記各ステーションノードは、他のステーションノードにMACフレームを送信する場合には、前記他のステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたRPR MACフレームを送信し、或るブリッジノードに接続された前記リング外のステーションにMACフレームを送信する場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記或るブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、

前記各ブリッジノードは、自身に接続されたリング外のステーションから他のブリッジノードに接続された前記リング外のステーションのMACアドレスが宛先アドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、自身に接続された前記リング外のステーションから或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信し、

前記各ステーションノードは、カプセル化されていないRPR MACフレームを取り込み、

前記各ブリッジノードは、MACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを取り込み、取り込んだRPR MACフレーム内のMACフレームを

自身に接続されたリング外のステーションへ送信する R P R ネットワークシステムである。

【0068】

本発明において、MAC フレームは、例えば E M A C フレームであり、R P R MAC フレームは、R M A C フレームである。

【0069】

また、本発明は、1以上のリングで構成されるリングネットワーク、例えば、IEEE802.17で検討されている双方向二重リングで構成され、ステーションノードとブリッジノードとが混在する R P R ネットワークに適用することができる。

【0070】

ステーションノードは、MAC フレームを終端処理する機能、つまり送信元および宛先になる機能をもつ。また、ブリッジノードは、MAC フレームを終端せず、自身が持つプロトコルと同じまたは別のプロトコルのネットワークへ MAC フレームを中継する機能を持つ。

【0071】

また、ステーションノードは、同じリング上のステーションに MAC フレームを送信するときには、IEEE802.17で規定される R P R MAC フォーマットの R P R MAC フレームを生成して送信するように構成することができる。

【0072】

また、ステーションノードは、同じリング上のブリッジの先に接続されたリング外ステーションに MAC フレームを送信するときには、MAC フレームをリング外のプロトコルに合わせた形のフォーマットにした後にそれをデータ部とみなして R P R MAC フォーマットでカプセリングした形のフォーマットにしてリング上のブリッジノードに送信するように構成することができる。

【0073】

また、リング外のステーションがリング上のブリッジノードを経由して同じリング上のステーションノードに MAC フレームを送信するときには、リング外のステーションから送信された MAC フレームをリング上のブリッジノードで R P R MAC フレームにトランスペアレントに変換してリング上のステーションノ

ードに送信するように構成することができる。

#### 【0074】

また、同じリング上の他のブリッジノードの先に接続されたリング外ステーションにMACフレームを送信するときには、リング外のステーションから送信されたMACフレームをリング上のブリッジノードでデータ部とみなしてRPR MACフォーマットでカプセリングした形のフォーマットにしてリング上の他ブリッジに送信するように構成することができる。

#### 【0075】

これによって、リング上のステーションノードには必ずRPR MACフレームの形でMACフレームが受信され、リング上のブリッジノードには必ずリング外のステーションとの接続プロトコルのMACフレームがカプセリングされたRPR MACフレームが受信され、ブリッジでそのカプセルをはずしてリング外の受信先であるステーションに中継するように構成することができる。

#### 【0076】

本発明によれば、リング上のステーションノードおよびブリッジノードが受信するフレームがカプセリングされているかどうかを受信側で判定することが不要となる。すなわち、RPR MACフレームの受信側に相当するステーションノードおよびブリッジノードは、MACフレームがカプセル化されているか否かの判断を行わなくて済む。したがって、従来技術で説明した識別用のフラグや特別なETは不要である。これによって、既存のRPRノードとの互換性を維持することができる。

#### 【0077】

本発明は、前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードが、前記リングに接続された全てのステーションノードおよびブリッジノードのMACアドレスが登録されたテーブルを有し、

前記各ステーションノードは、MACフレームを送信する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていれば、このMACフレームをRPR MACフォーマットで送信し、宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていなければ、このMACフレームがカプセル化されたRPR

MAC フレームを送信し、

各ブリッジノードは、自身に接続された前記リング外のステーションから受信したMAC フレームを中継する場合に、このMAC フレームの宛先MAC アドレスが前記テーブルに登録されていれば、このMAC フレームをRPR MAC フレームに変換して送信し、宛先MAC アドレスが前記テーブルに登録されていなければ、このMAC フレームがカプセル化されたRPR MAC フレームを送信するように構成するのが好ましい。

#### 【0078】

上記テーブルとして、例えば、RPRにおいて具備が必要と規定されている、リング上の全ステーション／ブリッジのMAC アドレス、自ステーション／ブリッジからの距離／方向が登録されたトポロジマップテーブルを適用することができる。

#### 【0079】

このようにすれば、リング上のステーションノードがMAC フレームを送信するとき、およびリング上のブリッジノードがMAC フレームを中継するときに、その宛先MAC アドレスがテーブルに登録されていれば、受信先はリング上のステーションであり、登録されていなければ受信先はリング外のステーションであると判断して送信対象のMAC フレームをそのままトランスペアレントで送信するか、RPR MAC フレームでカプセルリングするかを決定することが可能となる。

#### 【0080】

また、本発明は、前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードが、さらに、前記各ブリッジノードのMAC アドレスと、各ブリッジノードに接続された前記リング外のステーションのMAC アドレスとを対応づけて格納する対応テーブルを有し、

前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、MAC フレームがカプセル化されたRPR MAC フレームを送信する場合に、このMAC フレームの宛先MAC アドレスに対応するブリッジノードのMAC アドレスが前記対応テーブルに格納されているときには、このブリッジノードのMAC アドレスを前

記RPR MACフレームの宛先MACアドレスに設定するように構成するのが好ましい。

【0081】

また、本発明は、前記各ステーションノードおよび／または前記各ブリッジノードは、前記複数のブリッジノードの全てがグループに属するマルチキャストアドレスを保持し、

前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、MACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが前記対応テーブルに格納されていないときには、前記RPR MACフレームの宛先MACアドレスに前記マルチキャストアドレスを設定するように構成するのが好ましい。

【0082】

このように、リング上のすべてのブリッジを1つのグループとするマルチキャストMACアドレスを登録し、RPR MACフレームの宛先MACアドレスがユニークに指定できないときに、このRPR MACフレーム(MACフレームがカプセル化されている)の宛先MACアドレスをマルチキャストアドレスにして全ブリッジノードに到達するように送信する。これによって、ブリッジノードの先のリング外ステーションにカプセル化されたMACフレームを到達させることが可能となる。

【0083】

すなわち、リング上のブリッジノードだけがアドレス不明のフレームを受信する手段を提供することができる。

【0084】

また、本発明は、前記各ブリッジノードが、MACフレームがカプセル化され且つこのMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたRPR MACフレームを送信する場合に、このRPR MACフレームの送信元MACアドレスに自身のMACアドレスを設定し、

前記各ブリッジノードから送信されるMACアドレスがカプセル化されたRPR MACフレームを中継するステーションノードおよび／またはブリッジノードは、このRPR MACフレームの送信元MACアドレスと、このRPR MACフレーム内のMACフレームの送信元MACアドレスとを対応づけて前記対応テーブルに格納するように構成するのが好ましい。

#### 【0085】

また、本発明は、RPRネットワークを構成する1以上のリングにMACフレームを終端する複数のステーションノードとともに接続され、

前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定された前記リング外のステーションからのMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、

前記ステーションから或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信するブリッジノードである。

#### 【0086】

また、本発明は、RPRネットワークを構成する1以上のリングにMACフレームを中継する複数のブリッジノードとともに接続され、

前記リングに接続された他のステーションノードにMACフレームを送信する場合には、この他のステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたRPR MACフレームを送信し、

或るブリッジノードに接続された前記リング外のステーションにMACフレームを送信する場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記或るブリッジノードが取り込み可能な状態で送信するステーションノードである。

#### 【0087】

また、本発明は、RPRネットワークを構成する1以上のリングにMACフレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードに

搭載され、

前記リング外のステーションから送信され、且つ前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、

或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定された前記ステーションからのMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信するRPRカードである。

#### 【0088】

また、本発明は、RPRネットワークを構成する1以上のリングにMACフレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードのMACフレーム中継方法であって、ブリッジノードが、

前記リング外のステーションから送信され、前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、

或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定された前記ステーションからのMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信する。

#### 【0089】

また、本発明は、RPRネットワークを構成する1以上のリングにMACフレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードに搭載されるRPRカードのMACフレーム中継方法であって、RPRカードが、

前記リング外のステーションから送信され、且つ前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記他のブリッジノ



ードが取り込み可能な状態で送信し、

或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定された前記ステーションからのMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信する。

#### 【0090】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。なお、実施の形態の構成は例示であり、本発明は実施の形態の構成に限定されない。

#### 【0091】

##### 〔本発明の概要〕

最初に、本発明の概要を説明する。図1は、本発明に係るフォーマット変換方法を示す図であり、図2は、MACアドレスの対応関係が未学習である場合におけるフレーム送信の説明図である。

#### 【0092】

本発明に適用されるフォーマット変換を図1に示す。このフォーマット変換は、先行技術として挙げたC案と同様のカプセル化方式である。具体的には、MACフレーム(EMACフレーム)を次のようにRMACフレームにカプセル化(エンカプセル)する。すなわち、EMACフレーム全体をRMACフレームのペイロード(ユーザデータ部)として、このペイロードに、RPRヘッダ、RPR MAC 相手先アドレス(RPR MAC DA)、RPR MAC 送信元アドレス(RPR MAC SA)、ET(イーサネットタイプ)、HEC(ヘッダエラーチェックビット)、およびFCS(フレームチェックシーケンス)を図1に示すように付加することでRMACフレームを生成する。

#### 【0093】

このとき、MACアドレス(EMACアドレス)→RPR MACアドレスの変換テーブル(カプセル化を実行するRPRノードに保持されている)を用いて、EMACフレームのMAC DAが、対応するRPR MACアドレスに変換され、これがRMACフレームのRPR MAC DAとしてセットされる。また、カプセル化を実行するRPRノードのMACアドレス(自ノードアドレス)がRM

ACフレームのRPR MAC SAとしてセットされる。また、EMACフレームのETがコピーされ、RMACフレームのETとしてセットされる。そして、RMACフレームのHECおよびFCSとして、再計算された値がセットされる。但し、本発明は、C案と異なり、新たなET(イーサネットタイプ)の登録を必要としない。

#### 【0094】

また、本発明は、複数のステーションノードと複数のブリッジノードとから構成されるRPRリング(RPRネットワーク)に適用される。RPRネットワークにおけるフレームの送信処理は、ブリッジノード、ステーションノードではほぼ同様である。

#### 【0095】

具体的には、受信フレームの宛先ノード(MAC DAで指定されるノード)がステーションノードか、ブリッジノードかを判定し、ブリッジノードである場合には、図1に示すカプセル化を行い、そうでない(ステーションノードである)場合にはカプセル化を行わないで(トランスペアレント変換(図23参照)で)送信する。

#### 【0096】

これによって、フレームの宛先ノードがブリッジノードであれば、受信フレームは必ずカプセル化されて送られ、宛先ノードがステーションノードであれば必ずカプセル化されないで送られる。

#### 【0097】

したがって、ステーションノードは、フレームを受信すると、カプセル化されていないフレームに対する処理を行い、ブリッジノードは、フレームを受信すると、カプセル化されているフレームに対する処理を行えば良い。これによって、イーサネットタイプによるカプセル化されているか否かの判定が不要となる。したがって、新規のイーサタイプの登録が不要となる。

#### 【0098】

さらに、本発明を実現するためには、フレームの送信側のRPRノードで宛先ステーションがリング上のステーションノードであるか、ブリッジノードに接続

されたステーションであるかを知る必要がある。これを判定するための情報は、リング上の各RPRノードが持っているリング上の各RPRノードの最新情報であるトポロジマップテーブルより取得する。

#### 【0099】

つまり、各RPRノードは、フレーム送信の際に、その相手先MACアドレス(MAC DA)がそのトポロジマップテーブルに登録されたMACアドレス群に存在するか否かをサーチし、それがトポロジマップテーブル上に存在するならば、リング上のステーションノードが相手先となるので、カプセル化を行わないで送信する。

#### 【0100】

もし、フレームの相手先MACアドレスがトポロジマップテーブルに存在しなければ、ブリッジノードに接続されたリング外のステーションへの送信となるので、カプセル化を行って送信すればよい。

#### 【0101】

カプセル化を行うためにリング上のブリッジノードのMACアドレスとその配下のステーションMACアドレスの接続対応テーブル(変換テーブル)を作成／学習／参照することは、従来技術で述べたA～C案と同様である。

#### 【0102】

また、フレームの送信においてMACアドレスの対応関係が未学習の場合がある。この場合には、リング上の全てのブリッジノードにこのフレームを送信する必要がある。このとき、相手先MACアドレスとしてブロードキャストアドレスを使用すると、リング上のステーションノードも受信対象となってしまう。

#### 【0103】

そこで、上記問題を解決するため、マルチキャストアドレスを使用する。つまり、リング上の全てのブリッジノードを1つのグループとするマルチキャストアドレスを用意して各ブリッジノードに登録しておく。そして、図2に示すように、フレームの相手先MACアドレスに対応するRPR MACアドレスが未学習である場合(対応RPR MACアドレスがテーブルに未登録の場合)に、そのフレームを全てのブリッジノードへ送信するために使用する。

## 【0104】

このようにすれば、リング上のブリッジノードだけがフレームを受信することができる。このとき、ステーションノードはマルチキャストフレームを通過させるのみである。もし、ステーションノードがマルチキャストフレームを廃棄処理にする場合でも、ステーションノードは、カプセル化したフレームでも扱うことができるので、廃棄処理に問題は生じない（図2参照）。

## 【0105】

以上で述べたとおり、本発明によれば、現在の規定のパケットフォーマットに変更を加えることなく、RPR上のすべてのブリッジノード、ステーションノード間の通信が可能となり、かつ、その通信負荷が小さいMACブリッジング方式を提供することができる。

## 【0106】

## 〔実施例〕

図3は、本発明の実施例としてのIPネットワークモデルを示す図である。図4は、本実施例における各装置(RPRノード)のIP/MACアドレス表である。図5は、図3に示す各RPRノードが持つトポロジマップテーブルの例を示す図である。

## 【0107】

## 〈概要〉

最初に、実施例に係るネットワークシステムの概要について説明する。図3において、装置RA, RB, BC, BD, RE, BFはRPRノードであり、RPRノードは、ルータとしての機能を持つステーションノードRA, RB, REと、ブリッジとしての機能をもつブリッジノードBC, BC, BFとからなる。これらの6つのRPRノードで1つのリングネットワークが形成されている。これらの各RPRノードは、トポロジディスカバリパケットのやりとりにより、図5の表に示すトポロジマップテーブルを装置内部に既に形成している。

## 【0108】

図3に示すS1～S6は、RPRネットワークの外(リング外)に存在し、IPフレームを送受信可能なステーションである。これらのステーションS1～S6

は、このRPRネットワークを含む全装置のIPアドレスは取得済みである。但し、IPアドレスに対応する各装置のMACアドレスは未学習である。また、各RPRノードもリング外の各ステーションのMACアドレスは未学習である。

#### 【0109】

また、RPRネットワーク上のブリッジノードBC, BD, BFがグループに属するマルチキャストMACアドレス(MCA)を全ノードが既に知っており、各ブリッジノードBC, BD, BFのみがこれを受信処理できるものとする。

#### 【0110】

##### 〈動作例〉

次に、実施例に係るネットワークシステムの動作例を説明する。図3に示すネットワークにおいて、以下に示す(A)および(B)のデータ送受信における動作例を説明する。

#### 【0111】

(A) ステーションS1からステーションS6へのデータ送信

図6は、ステーションS1-S6間のARPフレームフォーマットの説明図である。図7は、ステーションS1-S6間でやりとりされるIPデータパケットのフォーマットの説明図である。

#### 【0112】

ステーションS1からステーションS6へIPデータフレームを送信する場合には、最初に、ステーションS1はステーションS6のMACアドレスを知る必要がある。このため、ARP(Address Resolution Protocol)パケットをネットワークに送信し、ステーションS6のMACアドレスを取得する。ARPパケットのフレームフォーマットを図6に示す。

#### 【0113】

ステーションS1から送信されるフレーム(ARPフレーム：図6(a)参照)の宛先アドレスはブロードキャスト(DA=BC)である。このため、規定通りのトランスペアレント送信が行われる。つまり、ステーションS1に接続され、このARPフレームを受信するブリッジノードBCは、ARPフレームにRPRヘッダ、HEC、および再計算したFCSをセットすることによって、ARPフレー

ムをRPRに従ったフォーマット(図6(b)参照)に変換する(トランスペアレント変換を行う)。

#### 【0114】

その後、ブリッジノードBCは、このARPフレームの宛先アドレスがブロードキャストであるので、RPRリングに向かって、このARPフレームがRPR上の全ノードで受信されるように、外回りおよび内回りの双方に送信する。

#### 【0115】

このとき、ブリッジノードBCは、ステーションS6を収容するRPRノードを学習していなければ、図6(a)に示すフォーマットを持つARPフレームをステーションS2にも送信する。

#### 【0116】

また、ブリッジノードBCは、ステーションS1からのフレームの受信を契機として、自装置配下にステーションS1が接続されていることを学習する。すなわち、ブリッジノードBCは、MACアドレスの変換テーブルに、ステーションS1のMACアドレス(MS1)と自装置(ブリッジノードBC)のMACアドレス(MBC)との対応関係を登録する。

#### 【0117】

RPRネットワーク(RPRリング)に送信されるARPフレーム(図6(b))の宛先アドレスはブロードキャストである。このため、リング上の全ノードで受信される。このとき、各ステーションノードRA, RB, REは、このARPフレームを受信して解析する。しかし、各ステーションノードRA, RB, REは、MACアドレスを求めるための対応IPアドレスが自IPアドレスと異なるためこのARPパケットに応答しない。

#### 【0118】

これに対し、各ブリッジノードBD, BFは、ARPフレームを受信すると、この宛先アドレス(RPR MAC DA)がブロードキャストである(ブリッジノードのMACアドレスでない)ことから、このARPフレームがカプセル化されていないと判断する。この場合、各ブリッジノードBD, BFは、ARPフレームを元のフォーマット(図6(a))に戻し、配下のステーションに送信する(ト

ランスペアレントで動作する)。

#### 【0119】

最終的に、このARPフレームには、ステーションS6だけが応答することができる(ARPフレームにセットされた対応IPアドレスがステーションS6のIPアドレスであるため)。ステーションS6は、ARPフレームを受信すると、これに対応するARP応答フレームを図6(c)に示すフォーマットでブリッジノードBFに送信する。

#### 【0120】

ブリッジノードBFは、ステーションS6から受信したARPフレームの相手先(宛先)アドレス(=MS1)をチェックし、それがトポロジマップテーブル(図5)にないことから、当該MACアドレスがリング外のステーションのMACアドレスであると判定する。

#### 【0121】

また、ブリッジノードBFは、宛先アドレスで特定されるステーション(ここではステーションS6)が接続されているブリッジノードがどこにあるのかを未学習である。このため、ブリッジノードBFは、ブリッジグループに設定されたマルチキャストアドレス(=MC)を使用し、図6(d)に示すようなフォーマットでステーションS1からのARPフレームをカプセル化したRPRフレームを生成し、RPRリング上に送信する。このRPRフレームのRPR宛先アドレスはマルチキャストアドレスである。このため、このRPRフレームはRPRリング上の各ブリッジノードBC、BDのみで受信される。

#### 【0122】

各ブリッジノードBC、BDは、RPRフレームの宛先アドレスがマルチキャストアドレスである(フレームの宛先がブリッジノードである)ことから当該RPRフレームにMACフレーム(EMACフレーム)がカプセル化されていると判断し、カプセルをはずして中身(ARPフレーム)を取り出し、自身の配下装置(リング外の各ステーション)に送信する。

#### 【0123】

このとき、各ブリッジノードBC、BDは、ブリッジノードBFの配下にステ

ーション S 6 が接続されていることを学習する。すなわち、各ブリッジノード B C, B D は、R P R フレームの送信元アドレス (S A = M B F) と、これにカプセル化されている M A C フレーム (A R P フレーム) の送信元アドレス (S A = M S 6) とを対応づけて変換テーブルに登録する。

#### 【0124】

そして、リング外のステーション (ここでは、ステーション S 1, S 2, S 3, S 4) に送信された A R P フレームは、ステーション S 1 のみで受信される。このようにして、ステーション S 1 は、ステーション S 6 の M A C アドレスを取得することができる。

#### 【0125】

次に、ステーション S 1 は、本来の送信対象である I P データパケット (I P フレーム) を図 7 (a) に示すフレームフォーマットでブリッジノード B C へ送信する。

#### 【0126】

ブリッジノード B C は、ステーション S 1 からの I P フレームを受信し、その宛先アドレスがステーション S 6 の M A C アドレスである (トポロジマップテーブルに登録されていない) ことから、この I P フレームの宛先が R P R リング上のノードではなく、学習済み (変換テーブルに登録済み) のブリッジノード B F の配下のステーション S 6 であることを認識することができる。

#### 【0127】

このため、ブリッジノード B C は、ブリッジノード B F の M A C アドレスを宛先アドレスに指定した R P R ヘッダでステーション S 1 からの I P フレームをカプセル化した R P R フレーム (図 7 (b) 参照) を生成し、R P R リング上に送信する。

#### 【0128】

この R P R フレームはブリッジノード B F のみで受信される。ブリッジノード B F は、宛先がブロードキャスト指定でないことから、I P フレームがカプセル化されていると認識する。従って、ブリッジノード B F は、カプセルをはずして中身の I P フレームをステーション S 6 に送信する。これによって、ステーショ



ン S 1 とステーション S 6 との間のデータ (IP フレーム) の送受信が完了する。

#### 【0129】

なお、ブリッジノード B F は、R P R フレームを受信したときに、その送信元 M A C アドレス、およびカプセル化されている M A C フレームの送信元 M A C アドレスとから、ブリッジノード B C の配下にステーション S 1 が接続されていることを学習する (変換テーブルに登録する) ことができる。このため、逆方向、すなわちステーション S 6 からステーション S 1 へのフレーム送信は、これ以降、ステーション S 1 からステーション S 6 へ IP フレームを送信したのと同様な方法で送信することができる。

#### 【0130】

(B) ステーションノード R A からステーション S 3 へのデータ送信

図 8 は、ステーションノード R A - ステーション S 3 間の A R P フレームフォーマットの説明図である。図 9 は、ステーションノード R A - ステーション S 3 間の IP データパケットのフォーマットの説明図である。

#### 【0131】

ルータノード R A からステーション S 3 へフレームを送信する場合には、上記した (A) の場合と同様に、ルータノード R A がステーション S 3 へ IP フレームを送信する前に A R P パケットによるステーション S 3 の M A C アドレスを知る手順が必要になる。R A → S 3 の A R P に係るフレームフォーマットを図 8 に示す。

#### 【0132】

ルータノード R A から送信される A R P フレームの宛先 M A C アドレスはブロードキャストアドレスである (図 8 (a) 参照)。このため、この A R P フレームは、リング上の全ノードで受信される。このとき、各ステーションノード R B, R E は A R P フレームを受信して解析するが、自分の IP アドレスではないため、これに応答しない。

#### 【0133】

一方、各ブリッジノード B C, B D, B F は A R P フレームを受信すると、その宛先 M A C アドレスがブロードキャストアドレスであることからカプセル化さ

れていないと判定し、トランスペアレント変換を行い、図8(b)に示すフォーマットで配下のステーションにフレームを送信する。

【0134】

最終的に、このARPフレームはステーションS3で受信される。ステーションS3はARPフレームに対するARP応答フレーム(図8(c)に示すフォーマットを持つ)をブリッジノードBDへ送信する。

【0135】

ブリッジノードBDは、このARP応答フレームの宛先MACアドレスをチェックする。このときの宛先MACアドレスは“DA=MRA”であり、トポロジマップテーブルに登録されている。このため、ブリッジノードBDは、宛先がリング上のノード向けであることを認識することができる。このため、ブリッジノードBDは、カプセル化を行わずにRPRフォーマットにトランスペアレント変換して送信する(図8(d)参照)。

【0136】

このRPRフレーム(ARP応答フレーム)の宛先はステーションノードRAである。したがって、ステーションノードRAだけがこのRPRフレームを受信することができる。

【0137】

このRPRフレームによって、ルータノードRAは、ブリッジノードBDの配下にステーションS3が存在することを学習するとともに、ステーションS3のMACアドレスの取得を完了する。

【0138】

次に、ルータノードRAは、本来の送信対象のIPデータパケット(IPフレーム)をステーションS3宛に送信する。すなわち、ルータノードRAは、IPフレームをカプセル化したRPRフレーム(図9(a)参照)を生成し送信する。このRPRフレームの宛先MACアドレスは、ブリッジノードBDを指定している(DA=MBD)。このため、ブリッジノードBDがこのRPRフレームを受信する。

【0139】

ブリッジノードBDは、RPRフレームのカプセルをはずして中身(IPフレーム)をステーションS3に送信する。ステーションS3は、ブリッジノードBDからのIPフレームを受信する。このようにして、RA-S3間のデータ(IPフレーム)の送受信が完了する。

#### 【0140】

ステーションS3がIPデータパケット(IPフレーム)をルータノードRAに送信する場合には、図9(b)に示すフォーマットを持つIPフレームをブリッジノードBDに送信する。

#### 【0141】

ブリッジノードBDは、ステーションS3からのIPフレームをトランスペアレント変換したRPRフレーム(図9(c)参照)を生成し、ステーションノードRAに送信する。これによって、ルータノードRAは、ステーションS3からのIPフレームを受信することができる。

#### 【0142】

以上、図3に示すネットワークにおける2つのデータ送信パターンを示した。もっとも、他のステーション、ブリッジ、ルータ間も本発明の規則にしたがってフレームを組み立てれば、RPR上は現在の規定フォーマットに従い、その外で元のフレームに戻すことによって、IPネットワーク内のフレーム送受信を問題なく行うことができる。

#### 【0143】

〈ブリッジノードの構成〉

次に、ブリッジノードの構成例について説明する。図10は、ブリッジノードの構成例を示す図であり、図11は、図10に示したRPRカードの構成を示すブロック図であり。図12は、学習テーブル/MACアドレス対応テーブルのデータ構造例を示す図である。

#### 【0144】

図10に示すブリッジノード10は、図3における各ブリッジノードBC、BD、BFとして適用することができる。ブリッジノード10は、イーサネット回線を通じてリング外のステーションと接続されるイーサネットカード(Ethernet

Card) 11 と、ギガイーサネット回線を通じてリング外のステーションと接続されるギガイーサネットカード(Giga Ethernet Card) 12 と、RPR リングに接続される RPR カード(RPR Card) 13 と、カード 11 ～ 13 と接続されスイッチング動作によりカード間における MAC フレームの受け渡しを行うスイッチ(SW) 14 と、カード 11 ～ 13 およびスイッチ 14 を制御する CPU カード(CPU Card) 15 とを備えている。

#### 【0145】

RPR カード 13, イーサネットカード 11, ギガイーサネットカード 12 は、それぞれ、MAC フレームを該当するインタフェース速度、プロトコルで処理するカードである。CPU カード 15 は、カード 11 ～ 13 の管理, およびカード間インタフェースのスイッチ 14 を制御する役割を担う。

#### 【0146】

カード 11 ～ 13 中の或るカードに MAC フレームが入力されると、そのカードは、MAC フレームの宛先 MAC アドレスをキーとして学習テーブルを検索し、学習済みであれば、他の該当カードにフォワードする。このとき、未学習であれば他の全てのカードに MAC フレームをフラッディングする。

#### 【0147】

このように、各カード 11 ～ 13 には、“MAC learn” と呼ばれる学習テーブルが存在し、それらは CPU カード 15 により同様な学習内容を持つように管理される。

#### 【0148】

また、各カード 11 ～ 13 は、ポート番号で管理されており、学習テーブルは各ポート番号の配下にどのような MAC アドレスの装置が接続されているか、という形式の学習内容(ポート番号と配下装置の MAC アドレスとの対応関係)を保持する。

#### 【0149】

RPR カード 13 は、本発明に係るプロトコル処理を行うカードである。図 11 に示すように、RPR カード 13 は、スイッチ 14 (図 10) と接続されるスイッチインターフェイス(SW-INF) 21 と、スイッチインターフェイス 21 に

接続された L2 エンジン (L2 Engine) 22 と、L2 エンジン 22 にそれぞれ接続された RPR MAC 部 (LSI で構成される) 23, 24 と、RPR MAC 23, 24 にそれぞれ接続される物理インターフェイス (PHY-INF) 25, 26 とを備えている。

#### 【0150】

また、L2 エンジン 22 には、トポロジマップテーブル 27 と、学習テーブル (MAC learn テーブル) 28 と、MAC アドレス対応テーブル 29 とが接続されており、L2 エンジン 22 による処理に応じて参照および/または更新される。

#### 【0151】

RPR は二重リングであるため、外回り (Outer) および内回り (Inner) のそれぞれの通信線を収容する 2 つの物理インターフェイス 23, 24 が用意されている。物理インターフェイス 25 は、フレーム受信用の外回り線、およびフレーム送信用の内回り線を収容し、物理インターフェイス 26 は、フレーム受信用の内回り線、およびフレーム送信用の外回り線を収容している。

#### 【0152】

L2 エンジン (L2 Engine) 23 は、本発明に係るプロトコル処理を含めた処理を行う。L2 エンジン 23 は、RPR リングへ送出すべきフレームの宛先 MAC アドレスにしたがって、RPR MAC 部 23, 24 の一方を選択し、選択先の RPR MAC 部にフレームを与える。これによって、自動的に二重リングのどちら側 (外回り/内回り: Outer/Inner) に送るかが決まる。

#### 【0153】

各 RPR MAC 部 23, 24 は、MAC アドレスを最終的な RPR フォーマットに変換する。ここで、上記したトランスペアレント変換やカプセル化が行われる。

#### 【0154】

L2 エンジン 22 には、主要なテーブルが 3 種類存在する。1 つ目は RPR プロトコル処理に必要なトポロジマップテーブル 27 である。トポロジマップテーブル 27 は、図 5 に示したデータ構造を持ち、リング上の各ノードの MAC アドレス、TTL 等を管理している。

## 【0155】

2つ目は学習テーブル(MAC learnテーブル)28であり、図10の説明で述べた学習テーブルに相当する。学習テーブル28には、RPRカード10が持つポート番号と、このポート番号のポートに接続されている装置のMACアドレスとの対応関係が登録される。

## 【0156】

3つ目はMACアドレス対応テーブル29である。MACアドレス対応テーブル29には、RPR側において各リング上のノード配下のステーションのMACアドレスとノード自身のMACアドレスの対応関係が登録される。MACアドレス対応テーブル29は、図1に示す変換テーブルに相当する。

## 【0157】

MAC learnテーブル28とMACアドレス対応テーブル29とは融合が可能である。図12は、テーブル28とテーブル29とが融合されたテーブル(MAC learn/MAC対応テーブル)30のデータ構造例を示す図である。

## 【0158】

図12に示すように、テーブル30は、ノード名(装置名)と、このノードのMACアドレスと、このノードに接続されているリング外ステーションの名称(装置名)と、このステーションのMACアドレスと、このステーションに対応するポート番号とからなるレコードを、学習により、リング上のノード毎に登録することができる。

## 【0159】

図11に示したRPRカード13は、リング上の各ステーションノードにも搭載されている。

## 【0160】

## 〈処理フロー〉

次に、RPRリング外ステーション、RPRリング上のステーションノード、およびブリッジノードの処理について説明する。図13は、ステーションノードのRPR MACフレーム送信処理を示すフローチャートであり、図14は、ブリッジノードのRPR MACフレーム送信処理を示すフローチャートであり、図

15は、ブリッジノードのRPR MACフレーム受信処理を示すフローチャートであり、図16は、ステーションノードのRPR MACフレーム受信処理を示すフローチャートである。

#### 【0161】

これらの処理は、主として、ステーションノードおよびブリッジノードに搭載されたRPRカードによって行われる。以下、それぞれの処理について説明する。

#### 【0162】

##### 《ステーションノードのフレーム送信処理》

ステーションノードは、所定の相手(例えば、任意のリング外のステーション)にIPデータパケットを送信する場合には、図3に示す処理を実行する。

#### 【0163】

最初に、ステーションノードは、相手先(宛先)IPアドレスから対応するMACアドレスをサーチ(検索)し(ステップS01)、MACアドレスが見つかった(知っている)か否かを判定する(ステップS02)。

#### 【0164】

このとき、MACアドレスが見つかった場合(S02; Y)には、処理がステップS04に進む。そうでない場合(S02; N)には、ステーションノードは、ARPパケット送信処理により、対応するMACアドレスを取得して、処理をステップS01に戻す。

#### 【0165】

ステップS04において、ステーションノードは、見つかったMACアドレスを宛先MACアドレスにセットしたMACフレーム(IPデータパケット含む)を作成する。

#### 【0166】

次に、ステーションノードは、トポロジマップテーブル(図5参照)を参照し、MACフレームの宛先MACアドレスをサーチ(検索)し(ステップS05)、宛先MACアドレスがトポロジマップテーブルから見つかったか否か(登録されているか否か)を判定する(ステップS06)。

**【0167】**

このとき、宛先MACアドレスが見つかった場合(S06; Y)には、送信相手がリング上ステーションであるので、ステーションノードは、MACフレームをRPRフォーマットに修正(トランスペアレント変換)し、RPRリングに送出する(ステップS07)。ステップS07が終了すると、この送信処理が終了する。

**【0168】**

一方、ステップS06において、宛先MACアドレスが見つからなかった場合(S06; N)には、ステーションノードは、MAC learn/MAC対応テーブル(ステーションノードが持っている)でこの宛先MACアドレスをサーチ(検索)し(ステップS08)、宛先MACアドレスが見つかったか否かを判定する(ステップS09)。

**【0169】**

このとき、宛先MACアドレスが見つかった場合(S09; Y)には、相手がブリッジノードの配下にあるリング外のステーションであり、且つこのステーションが接続されたブリッジノードのMACアドレスが分かっている(MAC learn/MAC対応テーブルに既に登録されている)。このため、ステーションノードは、宛先MACアドレスに対応づけられたブリッジノードのMACアドレスをMAC learn/MAC対応テーブルから取得する(ステップS10)。

**【0170】**

続いて、ステーションノードは、ステップS04で作成したMACフレームをRPRフォーマットでカプセル化し、送信する(ステップS11)。このとき、ステーションノードは、ステップS10で得たブリッジノードのMACアドレスを、RPRフォーマットにおける宛先MACアドレスとしてセットする。ステップS11の処理が終了すると、送信処理が終了する。

**【0171】**

ステップS09において、宛先MACアドレスが見つからない場合(S09; N)には、相手がブリッジノードの配下にあるリング外のステーションであるが、このステーションが接続されたブリッジノードのMACアドレスが分からない状態(MAC learn/MAC対応テーブルに未だ登録されていない)である。



このため、ステーションノードは、ブリッジグループのマルチキャストアドレスをRPRフォーマットの宛先MACアドレスとしてMACフレームをカプセル化し、送信する(ステップS12)。ステップS12の処理が終了すると、送信処理が終了する。

#### 【0172】

##### 《ブリッジノードのフレーム送信処理》

次に、RPRリング上の各ブリッジノードによるフレーム送信処理について説明する。図14に示すように、ブリッジノード10(図10)では、自身の配下のステーションからMACフレーム(例えば、IPデータパケットを含む)をイーサネットカード11またはギガイーサネットカード12で受信する(ステップS001)。受信されたMACフレームは、RPRリングへ送出されるものである場合には、スイッチ14を介してRPRカード13に転送される(ステップS002)。

#### 【0173】

すると、RPRカード13では、L2エンジン22(図11)が、スイッチインターフェイス21を介してMACフレームを受け取り、このMACフレームから宛先MACアドレスを取り出す(ステップS003)。

#### 【0174】

次に、L2エンジン22は、宛先MACアドレスがトポロジマップテーブル7に登録されているか否かを検索し(ステップS004)、宛先MACアドレスが見つかったか否かを判定する(ステップS005)。

#### 【0175】

このとき、宛先MACアドレスが見つかった場合(S005; Y)には、送信相手がリング上ステーションであるので、L2エンジン22は、トポロジマップテーブルの格納内容にしたがって、対応するRPR MAC部にMACフレームを与える。RPR MAC部は、L2エンジン22からMACフレームを受け取ると、このMACフレームをRPRフォーマットに修正(トランスペアレント変換)する。

#### 【0176】

変換されたMACフレーム(RMACフレーム)は、対応する物理インターフェイスからRPRリングに送出される(ステップS006)。ステップS006が終了すると、送信処理が終了する。

#### 【0177】

一方、ステップS005において、宛先MACアドレスが見つからなかった場合(S005;N)には、L2エンジン22は、MAClearn/MAC対応テーブル30からこの宛先MACアドレスを検索し(ステップS007)、宛先MACアドレスが見つかったか否かを判定する(ステップS008)。

#### 【0178】

このとき、宛先MACアドレスが見つかった場合(S008;Y)には、相手がブリッジノードの配下にあるリング外のステーションであり、且つこのステーションが接続されたブリッジノードのMACアドレスが分かっている(MAClearn/MAC対応テーブル30に既に登録されている)。このため、L2エンジン22は、宛先MACアドレスに対応づけられたブリッジノードのMACアドレスをMAClearn/MAC対応テーブル30から取得する(ステップS009)。

#### 【0179】

続いて、L2エンジン22は、トポロジマップテーブル27の内容にしたがって、MACフレームをテーブル30から得られたMACアドレスとともに、対応するRPR MAC部に転送する。

#### 【0180】

RPR MAC部は、L2エンジン22からMACフレームおよびMACアドレスを受け取ると、MACフレームをRMACフレームにカプセル化するとともに、MACアドレスをこのRMACフレームの宛先MACアドレスにセットする。

#### 【0181】

その後、RMACフレームは、対応する物理インターフェイスを介してRPRリングに送出される(ステップS010)。ステップS010が終了すると、この送信処理が終了する。

## 【0182】

ステップS008において、宛先MACアドレスが見つからない場合(S008;N)には、相手がブリッジノードの配下にあるリング外のステーションであるが、このステーションが接続されたブリッジノードのMACアドレスが分からない状態(MAC learn/MAC対応テーブル30に未だ登録されていない)である。このため、L2エンジン22は、トポロジマップテーブルの内容にしたがって、MACフレームおよびブリッジノードグループのマルチキャストアドレス(予め保持している)に対応するRPR MAC部に転送する。

## 【0183】

RPR MAC部は、L2エンジンからMACフレームおよびマルチキャストアドレスを受け取ると、MACフレームをRMACフレームにカプセル化するとともに、マルチキャストアドレスをこのRMACフレームの宛先MACアドレスにセットする。その後、RPRフレームは、対応する物理インターフェイスを介してRPRリングに送出される(ステップS011)。ステップS011が終了すると、この送信処理が終了する。

## 【0184】

## 《ブリッジノードのフレーム受信処理》

次に、ブリッジノードによるフレーム受信処理について説明する。図15に示すように、ブリッジノード10(図10)では、RPRリングからのフレーム(RMACフレーム)をRPRカード13で受信する。

## 【0185】

RPRカード13では、RPRフレーム(RMACフレーム)の送信元MACアドレス(SA)がチェックされ(ステップS101)、送信元MACアドレスが自装置アドレスか否かが判定される(ステップS102)。このとき、送信元MACアドレスが自装置アドレスである場合(S102;Y)には、このフレームが廃棄され(ステップS103)、この受信処理が終了する。

## 【0186】

これに対し、送信元MACアドレスが自装置アドレスでない場合(S102;N)には、RPRフレーム(RMACフレーム)の宛先MACアドレスがチェック

され(ステップS104)、宛先MACアドレスが自装置アドレスか否かが判定される(ステップS105)。

#### 【0187】

このとき、宛先MACアドレスが自装置アドレスである場合(S105; Y)には、処理がステップS109に進み、そうでない場合(S105; N)には、処理がステップS106に進む。

#### 【0188】

ステップS106では、宛先MACアドレスがブリッジグループのマルチキャストアドレスか否かが判定され、マルチキャストアドレスである場合(S106; Y)には、処理がステップS110に進み、そうでない場合(S106; N)には、処理がステップS107に進む。

#### 【0189】

ステップS107では、宛先MACアドレスがブロードキャストアドレスか否かが判定され、ブロードキャストアドレスである場合(S107; Y)には、処理がステップS111に進み、そうでない場合(S107; N)には、このRMACフレームが次の装置(隣接ノード)に送信され(ステップS108)、この受信処理が終了する。

#### 【0190】

ステップS109では、このRMACフレームが装置(ブリッジノード)内に取り込まれ、処理がステップS112に進む。

#### 【0191】

ステップS110では、このRMACフレームが装置(ブリッジノード)内に取り込まれるとともに、このRMACフレームが次の装置(隣接ノード)に送信され、処理がステップS112に進む。

#### 【0192】

ステップS111では、このRMACフレームが装置(ブリッジノード)内に取り込まれるとともに、このRMACフレームが次の装置(隣接ノード)に送信され、パケット(MACフレーム)がカプセル化されていないものとして、処理がステップS114に進む。

**【0193】**

ステップS112では、RMACフレームのRPRヘッダのPT(パケットタイプ(パケット種別)：図17参照)が“データパケット(11)”であるか否かが判定される。パケット種別がデータパケットである場合には、RMACフレームにパケット(MACフレーム)がカプセル化されているものとして、処理がステップS113に進む。

**【0194】**

ステップS113では、RMACフレームのカプセルが外され、中身(MACフレーム)が、その宛先MACアドレスにしたがって、スイッチ14を介して対応するカード(イーサネットカード又はギガイーサネットカード)に転送され、このカードから配下の装置(ステーション)へ転送(フォワード)される。ステップS113が終了すると、この受信処理が終了する。

**【0195】**

ステップS114では、RMACフレームのRPRヘッダのパケットタイプ(データパケット以外)がチェックされ、RMACフレーム内のパケット(ユーザデータ部)がそのパケットタイプに応じたプロトコル処理部に渡される。ステップS114が終了すると、この受信処理が終了する。

**【0196】****《ステーションノードのフレーム受信処理》**

次に、ステーションノードによるフレーム受信処理について説明する。図16に示すように、ステーションノードがRPRリングからRPRフレーム(RMACフレーム)を受信すると、このRMACフレームの送信元MACアドレス(SA)がチェックされ(ステップS201)、送信元MACアドレスが自装置アドレスか否かが判定される(ステップS202)。

**【0197】**

このとき、送信元MACアドレスが自装置アドレスである場合(S202; Y)には、このフレームが廃棄され(ステップS203)、この受信処理が終了する。これに対し、送信元MACアドレスが自装置アドレスでない場合(S202; N)には、RPRフレーム(RMACフレーム)の宛先MACアドレスがチェックされ

(ステップ S 2 0 4)、宛先 MAC アドレスが自装置アドレスか否かが判定される (ステップ S 2 0 5)。

**【0 1 9 8】**

このとき、宛先 MAC アドレスが自装置アドレスである場合 (S 2 0 5 ; Y) には、処理がステップ S 2 0 8 に進み、そうでない場合 (S 2 0 5 ; N) には、処理がステップ S 2 0 6 に進む。

**【0 1 9 9】**

ステップ S 2 0 6 では、宛先 MAC アドレスがブロードキャストアドレスか否かが判定され、ブロードキャストアドレスである場合 (S 2 0 6 ; Y) には、処理がステップ S 2 0 9 に進み、そうでない場合 (S 2 0 6 ; N) には、この RMAC フレームが次の装置 (隣接ノード) に送信され (ステップ S 2 0 7)、この受信処理が終了する。

**【0 2 0 0】**

ステップ S 2 0 8 では、この RMAC フレームが装置 (ステーションノード) 内に取り込まれ、処理がステップ S 2 1 0 に進む。

**【0 2 0 1】**

ステップ S 2 0 9 では、この RMAC フレームが装置 (ステーションノード) 内に取り込まれるとともに、この RMAC フレームが次の装置 (隣接ノード) に送信され、処理がステップ S 2 1 0 に進む。

**【0 2 0 2】**

ステップ S 2 1 0 では、この RMAC フレームの R P R ヘッダのパケットタイプがチェックされ、RMAC フレーム内のパケット (ユーザデータ部) がそのパケットタイプに応じたプロトコル処理部に渡される。ステップ S 2 1 0 が終了すると、この受信処理が終了する。

**【0 2 0 3】**

〔その他〕

上述した実施形態は、次の発明を開示する。下記の発明は、適宜組み合わせることが可能である。なお、本発明は、R P R プロトコルが動作している二重リングへの適用だけでなく、一重リングへの適用も可能である。たとえば、二重リン

グの片方を障害などにより動作しないような設定を行う。あるいは、受信したMACフレームをどちらのリングに転送する際、常に、片側のリングのみを選択する。このようにして、本発明は、一重リングに適用することができる。このような実装は、当業者であれば容易に実施できることは明らかである。

#### 【0204】

(付記1) 1以上の(二重または一重の)リングにMACフレームを終端する複数のステーションノードとMACフレームを中継する複数のブリッジノードとが接続されたRPRネットワークにおいて、

前記各ステーションノードは、他のステーションノードにMACフレームを送信する場合には、前記他のステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたRPR MACフレームを送信し、或るブリッジノードに接続された前記リング外のステーションにMACフレームを送信する場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記或るブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、

前記各ブリッジノードは、自身に接続されたリング外のステーションから他のブリッジノードに接続された前記リング外のステーションのMACアドレスが宛先アドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、自身に接続された前記リング外のステーションから或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信し、

前記各ステーションノードは、カプセル化されていないRPR MACフレームを取り込み、

前記各ブリッジノードは、MACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを取り込み、取り込んだRPR MACフレーム内のMACフレームを自身に接続されたリング外のステーションへ送信する

RPRネットワークシステム。(1)

(付記2) 前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、前記

リングに接続された全てのステーションノードおよびブリッジノードのMACアドレスが登録されたテーブルを有し、

前記各ステーションノードは、MACフレームを送信する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていれば、このMACフレームをRPR MACフォーマットで送信し、宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていなければ、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信し、

各ブリッジノードは、自身に接続された前記リング外のステーションから受信したMACフレームを中継する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていれば、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信し、宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていなければ、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信する

付記1記載のRPRネットワークシステム。(2)

(付記3) 前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、さらに、前記各ブリッジノードのMACアドレスと、各ブリッジノードに接続された前記リング外のステーションのMACアドレスとを対応づけて格納する対応テーブルを有し、

前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、MACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが前記対応テーブルに格納されているときには、このブリッジノードのMACアドレスを前記RPR MACフレームの宛先MACアドレスに設定する

付記2記載のRPRネットワークシステム。(3)

(付記4) 前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、前記複数のブリッジノードの全てがグループに属するマルチキャストアドレスを保持し、

前記各ステーションノードおよび前記各ブリッジノードは、MACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信する場合に、このMACフレ-



ムの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが前記対応テーブルに格納されていないときには、前記RPR MACフレームの宛先MACアドレスに前記マルチキャストアドレスを設定する

付記3記載のRPRネットワークシステム。(4)

(付記5) 前記各ブリッジノードは、MACフレームがカプセル化され且つこのMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたRPR MACフレームを送信する場合に、このRPR MACフレームの送信元MACアドレスに自身のMACアドレスを設定し、

前記各ブリッジノードから送信されるMACアドレスがカプセル化されたRPR MACフレームを中継するステーションノードおよび/またはブリッジノードは、このRPR MACフレームの送信元MACアドレスと、このRPR MACフレーム内のMACフレームの送信元MACアドレスとを対応づけて前記対応テーブルに格納する

付記3記載のRPRネットワークシステム。(5)

(付記6) RPRネットワークを構成する1以上のリングにMACフレームを終端する複数のステーションノードとともに接続され、

前記リング外のステーションから送信され、且つ前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、

前記ステーションから或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信するブリッジノード。(6)

(付記7) 前記リングに接続された全てのステーションノードおよびブリッジノードのMACアドレスが登録されたテーブルを有し、

前記ステーションから受信したMACフレームを中継する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていれば、このMAC

フレームを R P R MAC フレームに変換して送信し、この宛先 MAC アドレスが前記テーブルに登録されていなければ、この MAC フレームがカプセル化された R P R MAC フレームを送信する付記 6 記載のブリッジノード。

#### 【0205】

(付記 8) 前記各ブリッジノードの MAC アドレスと、各ブリッジノードに接続された前記リング外のステーションの MAC アドレスとを対応づけて格納する対応テーブルをさらに有し、

MAC フレームがカプセル化された R P R MAC フレームを送信する場合に、この MAC フレームの宛先 MAC アドレスに対応するブリッジノードの MAC アドレスが前記対応テーブルに格納されているときには、このブリッジノードの MAC アドレスを前記 R P R MAC フレームの宛先 MAC アドレスに設定する付記 7 記載のブリッジノード。

#### 【0206】

(付記 9) 前記複数のブリッジノードの全てがグループに属するマルチキャストアドレスを保持し、

MAC フレームがカプセル化された R P R MAC フレームを送信する場合に、この MAC フレームの宛先 MAC アドレスに対応するブリッジノードの MAC アドレスが前記対応テーブルに格納されていないときには、前記 R P R MAC フレームの宛先 MAC アドレスに前記マルチキャストアドレスを設定する付記 8 記載のブリッジノード。

#### 【0207】

(付記 10) 他のブリッジノードから送信され、MAC フレームがカプセル化され、この MAC フレームの宛先 MAC アドレスに対応するブリッジノードの MAC アドレスが宛先 MAC アドレスに設定され、且つ前記他のブリッジノードの MAC アドレスが送信元 MAC アドレスに設定された R P R MAC フレームを中継する場合に、この R P R MAC フレームの送信元 MAC アドレスと、この R P R MAC フレーム内の MAC フレームの送信元 MAC アドレスとを対応づけて前記対応テーブルに格納する付記 8 記載のブリッジノード。

#### 【0208】

(付記 11) RPR ネットワークを構成する 1 以上のリングに MAC フレームを中継する複数のブリッジノードとともに接続され、

前記リングに接続された他のステーションノードに MAC フレームを送信する場合には、この他のステーションノードの MAC アドレスが宛先 MAC アドレスに設定された RPR MAC フレームを送信し、

或るブリッジノードに接続された前記リング外のステーションに MAC フレームを送信する場合には、この MAC フレームがカプセル化された RPR MAC フレームを前記或るブリッジノードが取り込み可能な状態で送信するステーションノード。(7)

(付記 12) 前記リングに接続された全てのステーションノードおよびブリッジノードの MAC アドレスが登録されたテーブルを有し、

MAC フレームを送信する場合に、この MAC フレームの宛先 MAC アドレスが前記テーブルに登録されていれば、この MAC フレームを RPR MAC フォーマットで送信し、宛先 MAC アドレスが前記テーブルに登録されていなければ、この MAC フレームがカプセル化された RPR MAC フレームを送信する付記 11 記載のステーションノード。

#### 【0209】

(付記 13) 前記各ブリッジノードの MAC アドレスと、各ブリッジノードに接続された前記リング外のステーションの MAC アドレスとを対応づけて格納する対応テーブルをさらに有し、

MAC フレームがカプセル化された RPR MAC フレームを送信する場合に、この MAC フレームの宛先 MAC アドレスに対応するブリッジノードの MAC アドレスが前記対応テーブルに格納されているときには、このブリッジノードの MAC アドレスを前記 RPR MAC フレームの宛先 MAC アドレスに設定する付記 12 記載のステーションノード。

#### 【0210】

(付記 14) 前記複数のブリッジノードの全てがグループに属するマルチキャストアドレスを保持し、

MAC フレームがカプセル化された RPR MAC フレームを送信する場合に

、このMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが前記対応テーブルに格納されていないときには、前記RPR MACフレームの宛先MACアドレスに前記マルチキャストアドレスを設定する

付記13記載のステーションノード。

#### 【0211】

(付記15) 他のブリッジノードから送信され、MACフレームがカプセル化され、このMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定され、且つ前記他のブリッジノードのMACアドレスが送信元MACアドレスに設定されたRPR MACフレームを中継する場合に、このRPR MACフレームの送信元MACアドレスと、このRPR MACフレーム内のMACフレームの送信元MACアドレスとを対応づけて前記対応テーブルに格納する

付記13記載のステーションノード。

#### 【0212】

(付記16) RPRネットワークを構成する1以上のリングにMACフレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードに搭載され、

前記リング外のステーションから送信され、且つ他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定されたMACフレームを受信した場合には、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、

或るステーションノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定された前記ステーションからのMACフレームを受信した場合には、このMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信するRPRカード。(8)

(付記17) 前記リングに接続された全てのステーションノードおよびブリッジノードのMACアドレスが登録されたテーブルを有し、

前記ステーションから送信されたMACフレームを中継する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていれば、このMA

CフレームをRPR MACフレームに変換して送信し、この宛先MACアドレスが前記テーブルに登録されていなければ、このMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信する付記16記載のRPRカード。

#### 【0213】

(付記18) 前記各ブリッジノードのMACアドレスと、各ブリッジノードに接続された前記リング外のステーションのMACアドレスとを対応づけて格納する対応テーブルをさらに有し、

MACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが前記対応テーブルに格納されているときには、このブリッジノードのMACアドレスを前記RPR MACフレームの宛先MACアドレスに設定する付記17記載のRPRカード。

#### 【0214】

(付記19) 前記複数のブリッジノードの全てがグループに属するマルチキャストアドレスを保持し、

MACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを送信する場合に、このMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが前記対応テーブルに格納されていないときには、前記RPR MACフレームの宛先MACアドレスに前記マルチキャストアドレスを設定する付記18記載のRPRカード。

#### 【0215】

(付記20) 他のブリッジノードから送信され、MACフレームがカプセル化され、このMACフレームの宛先MACアドレスに対応するブリッジノードのMACアドレスが宛先MACアドレスに設定され、且つ前記他のブリッジノードのMACアドレスが送信元MACアドレスに設定されたRPR MACフレームを中継する場合に、このRPR MACフレームの送信元MACアドレスと、このRPR MACフレーム内のMACフレームの送信元MACアドレスとを対応づけて前記対応テーブルに格納する付記18記載のRPRカード。

#### 【0216】

(付記 2 1) R P R ネットワークを構成する 1 以上のリングに M A C フレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードの M A C フレーム中継方法であって、ブリッジノードが、

前記リング外のステーションから送信され、且つ前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、

或るステーションノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された前記ステーションからの M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームを R P R M A C フレームに変換して送信する。(10)

(付記 2 2) R P R ネットワークを構成する 1 以上のリングに M A C フレームを終端する複数のステーションノードとともに接続されるブリッジノードに搭載される R P R カードの M A C フレーム中継方法であって、R P R カードが、

前記リング外のステーションから送信され、且つ前記リングに接続された他のブリッジノードに接続された前記リング外の他のステーションの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームがカプセル化された R P R M A C フレームを前記他のブリッジノードが取り込み可能な状態で送信し、

或るステーションノードの M A C アドレスが宛先 M A C アドレスに設定された前記ステーションからの M A C フレームを受信した場合には、この M A C フレームを R P R M A C フレームに変換して送信する。

#### 【0217】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、M A C アドレスの追加／フレームのカプセル化が行われていることを示す識別用のフラグや E T を不要とする R P R ネットワークに係る技術を提供することができる。

#### 【0218】

また、本発明によれば、リング上のブリッジノードだけがアドレス不明のフレ

ームを受信する手段をもつ R P R ネットワークに係る技術を提供することができ  
る。

**【図面の簡単な説明】**

**【図 1】** 図 1 は、本発明に係るフォーマット変換方法を示す図である。

**【図 2】** 図 2 は、M A C アドレスの対応関係が未学習である場合におけるフ  
レーム送信の説明図である。

**【図 3】** 図 3 は、本発明の実施例としての I P ネットワークモデルを示す図  
である。

**【図 4】** 図 4 は、本実施例における各装置(R P R ノード)の I P /M A C ア  
ドレス表である。

**【図 5】** 図 5 は、図 3 に示す各 R P R ノードが持つトポロジマップテーブル  
の例を示す図である。

**【図 6】** 図 6 は、実施例におけるステーション間の A R P フレームフォーマ  
ットの説明図である。

**【図 7】** 図 7 は、実施例におけるステーション間でやりとりされる I P デー  
タパケット(I P フレーム)のフォーマットの説明図である。

**【図 8】** 図 8 は、ステーションノードとステーションとの間を転送される A  
R P フレームフォーマットの説明図である。

**【図 9】** 図 9 は、ステーションノードとステーションとの間を転送される I  
P データパケット(I P フレーム)のフォーマットの説明図である。

**【図 10】** 図 10 は、ブリッジノードの構成例を示す図である。

**【図 11】** 図 11 は、図 10 に示した R P R カードの構成例を示すブロック  
図である。

**【図 12】** 図 12 は、学習テーブル/M A C アドレス対応テーブルのデータ  
構造例を示す図である。

**【図 13】** 図 13 は、ステーションノードの R P R M A C フレーム送信処  
理を示すフローチャートである。

**【図 14】** 図 14 は、ブリッジノードの R P R M A C フレーム送信処理を  
示すフローチャートである。

【図15】 図15は、ブリッジノードのRPR MACフレーム受信処理を示すフローチャートである。

【図16】 図16は、ステーションノードのRPR MACフレーム受信処理を示すフローチャートである。

【図17】 図17は、EMACフレームおよびRMACフレームのフォーマットの説明図である。

【図18】 図18は、RPRネットワークの例を示す図である。

【図19】 図19は、RMACフレームの組み立ての説明図である。

【図20】 図20は、リング上のノードが保持するテーブル（トポロジマップテーブル）の例を示す表(表1)である。

【図21】 図21は、リング上のノード間に障害が発生した後におけるノードのトポロジマップテーブルの例を示す表(表2)である。

【図22】 図22は、ステーションノードとブリッジノードとが混在したRPRネットワークの例を示す図である。

【図23】 図23は、IEEE 802.1Dに準拠するトランスペアレントブリッジが行うフレーム処理の説明図である。

【図24】 図24は、MACアドレスの未学習により起きるフラッディングの説明図である。

【図25】 図25は、障害によるステアリング動作時のフラッディングの発生の説明図である。

【図26】 図26は、2つのブリッジに接続されたステーションを持つRPRネットワーク（通常状態）の例を示す図である。

【図27】 図27は、2つのブリッジに接続されたステーションを持つRPRネットワーク（ブリッジーリング外ステーション間の障害状態）の例を示す図である。

【図28】 図28は、リング上の全ノードへのフレーム送信による問題の解決方法案を示す図である。

【図29】 図29は、MACアドレスをRPRフォーマットに追加する案の説明図である。



【図 30】 図 30 は、RPR ヘッダにフラグをつけることによって MAC アドレスの存在を識別する案の説明図である。

【図 31】 図 31 は、MAC フレームをカプセル化する案の説明図である。

【図 32】 図 32 は、対応 MAC アドレスが変換テーブルに登録されていない場合における処理(相手先 RPR MAC アドレスがブロードキャスト指定される場合の処理)の説明図である。

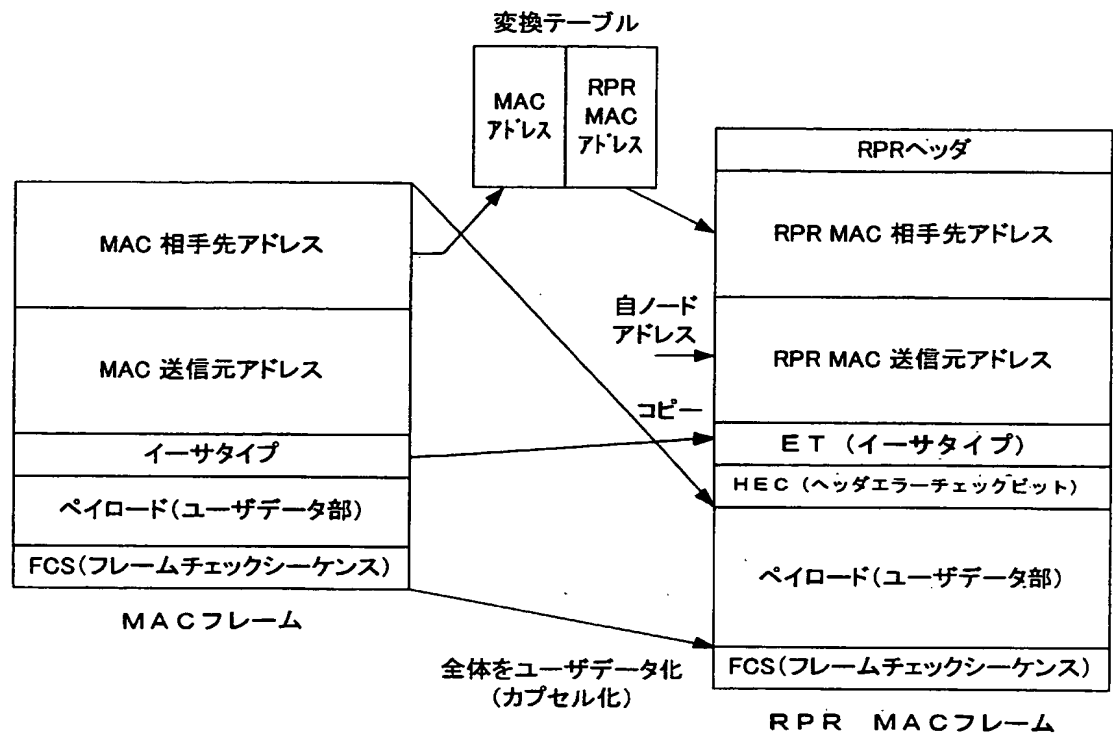
【図 33】 図 33 は、対応 MAC アドレスが変換テーブルに登録されていない場合における処理(相手先 RPR MAC アドレスがブロードキャスト指定される場合の処理)の説明図である。

【符号の説明】

- BC, BD, BF     ブリッジノード
- RA, RB, RE     ステーションノード(ルータノード)
- S1～S6     ステーション
- 10     ブリッジノード
- 11     イーサネットカード
- 12     ギガイーサネットカード
- 13     RPR カード
- 14     スイッチ
- 15     CPU カード
- 21     スイッチインターフェイス
- 22     L2 エンジン
- 23, 24     RPR MAC 部
- 25, 26     物理インターフェイス
- 27     トポロジマップテーブル
- 28     MAC learn テーブル(学習テーブル)
- 29     MAC アドレス対応テーブル
- 30     MAC learn/MAC 対応テーブル

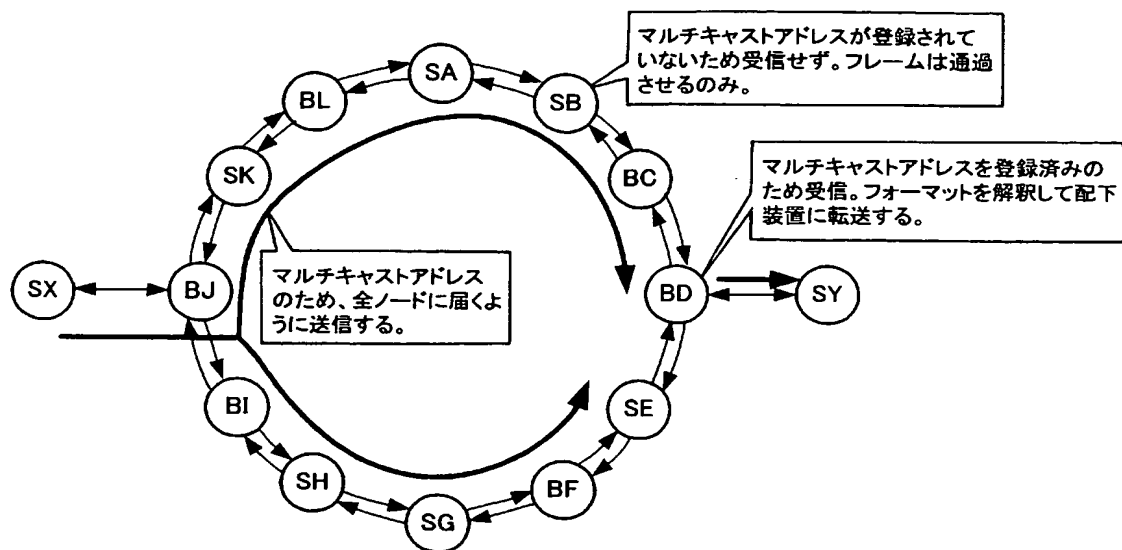
【書類名】 図面

【図 1】



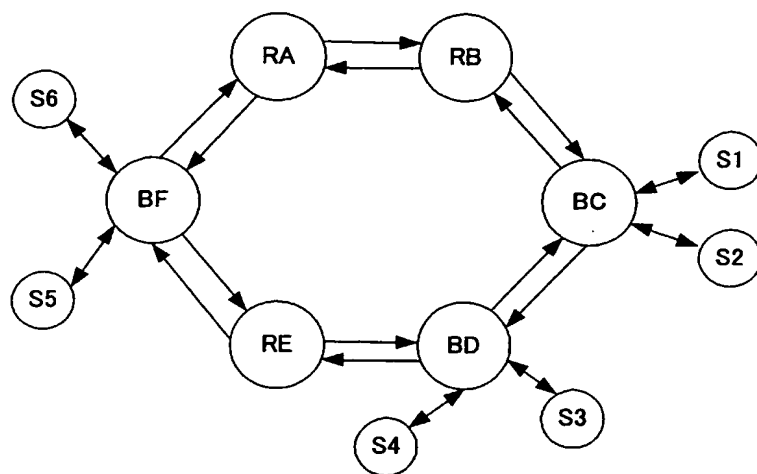
本発明のフォーマット変換(カプセル化の改良)

【図 2】



本発明によるテーブル未登録アドレス時のカプセル化フレームの送信手段(マルチキャストによる送信)

【図 3】



本発明の実施例(RPRネットワークを含む IP ネットワーク)

【図 4】

本発明の実施例のネットワークにおける IP/MAC アドレス表

装置名	種別	IP アドレス	MAC アドレス	装置名	種別	IP アドレス	MAC アドレス
RA	ルータ(RPR ノード)	10.1.0.1	MRA	S1	ステーション	10.1.0.10	MS1
RB	ルータ(RPR ノード)	10.1.0.2	MRB	S2	ステーション	10.1.0.11	MS2
BC	ブリッジ(RPR ノード)	-	MBC	S3	ステーション	10.1.0.12	MS3
BD	ブリッジ(RPR ノード)	-	MBD	S4	ステーション	10.1.0.13	MS4
RE	ルータ(RPR ノード)	10.1.0.3	MRE	S5	ステーション	10.1.0.14	MS5
BF	ブリッジ(RPR ノード)	-	MBF	S6	ステーション	10.1.0.15	MS6

【図 5】

本発明の RPR 各ノードが持つポロジマップテーブル

1) RA

ノード名	MAC アドレス	外回り		内回り	
		TTL	状態	TTL	状態
RA	MRA	—	—	—	—
RB	MRB	1	IDLE	5	IDLE
BC	MBC	2	IDLE	4	IDLE
BD	MBD	3	IDLE	3	IDLE
RE	MRE	4	IDLE	2	IDLE
BF	MBF	5	IDLE	1	IDLE

2) RB

ノード名	MAC アドレス	外回り		内回り	
		TTL	状態	TTL	状態
RB	MRB	—	—	—	—
BC	MBC	1	IDLE	5	IDLE
BD	MBD	2	IDLE	4	IDLE
RE	MRE	3	IDLE	3	IDLE
BF	MBF	4	IDLE	2	IDLE
RA	MRA	5	IDLE	1	IDLE

3) BC

ノード名	MAC アドレス	外回り		内回り	
		TTL	状態	TTL	状態
BC	MBC	—	—	—	—
BD	MBD	1	IDLE	5	IDLE
RE	MRE	2	IDLE	4	IDLE
BF	MBF	3	IDLE	3	IDLE
RA	MRA	4	IDLE	2	IDLE
RB	MRB	5	IDLE	1	IDLE

4) BD

ノード名	MAC アドレス	外回り		内回り	
		TTL	状態	TTL	状態
BD	MBD	—	—	—	—
RE	MRE	1	IDLE	5	IDLE
BF	MBF	2	IDLE	4	IDLE
RA	MRA	3	IDLE	3	IDLE
RB	MRB	4	IDLE	2	IDLE
BC	MBC	5	IDLE	1	IDLE

5) RE

ノード名	MAC アドレス	外回り		内回り	
		TTL	状態	TTL	状態
RE	MRE	—	—	—	—
BF	MBF	1	IDLE	5	IDLE
RA	MRA	2	IDLE	4	IDLE
RB	MRB	3	IDLE	3	IDLE
BC	MBC	4	IDLE	2	IDLE
BD	MBD	5	IDLE	1	IDLE

6) BF

ノード名	MAC アドレス	外回り		内回り	
		TTL	状態	TTL	状態
BF	MBF	—	—	—	—
RA	MRA	1	IDLE	5	IDLE
RB	MRB	2	IDLE	4	IDLE
BC	MBC	3	IDLE	3	IDLE
BD	MBD	4	IDLE	2	IDLE
RE	MRE	5	IDLE	1	IDLE

【図 6】

DA=BC
SA=MS1
PT=0x0806
ARP Header (ARP要求)
SA=MS1
SIP=10.1.0.10
DA=空
DIP=10.1.0.15
FCS

(a) S1が送信する  
元のARPパケット

RPR Head
DA=BC
SA=MS1
PT=0x0806
HEC
ARP Header (ARP要求)
SA=MS1
SIP=10.1.0.10
DA=空
DIP=10.1.0.15
FCS

(b) BCが送信するRPR化  
されたARPパケット

DA=MS1
SA=MS6
PT=0x0806
ARP Header (ARP応答)
SA=MS6
SIP=10.1.0.15
DA=MS1
DIP=10.1.0.10
FCS

(c) S6が送信する  
ARP応答パケット

RPR Head
DA=MC
SA=MBF
PT=0x0806
HEC
DA=MS1
SA=MS6
PT=0x0806
ARP Header (ARP応答)
SA=MS6
SIP=10.1.0.15
DA=MS1
DIP=10.1.0.10
FCS

(d) BFが送信する  
カプセル化された  
ARP応答パケット

S1-S6間ARPフレームフォーマット

【図 7】

DA=MS6
SA=MS1
PT=0x0800
IP Head
IDA=10.1.0.15
ISA=10.1.0.10
Payload
FCS

(a) S1が送信する  
IPデータパケット

RPR Head
DA=MBF
SA=MBC
PT=0x0800
HEC
DA=MS6
SA=MS1
PT=0x0800
IP Head
IDA=10.1.0.15
ISA=10.1.0.10
Payload
FCS

(b) BCが送信する  
カプセル化された  
IPデータパケット

S1－S6間でやりとりされるIPデータパケット



【図 8】

RPR Head
DA=BC
SA=MRA
PT=0x0806
HEC
ARP Header (ARP要求)
SA=MRA
SIP=10.1.0.1
DA=空き
DIP=10.1.0.12
FCS

(a) RAが送信する  
ARP要求パケット

DA=BC
SA=MRA
PT=0x0806
ARP Header (ARP要求)
SA=MRA
SIP=10.1.0.1
DA=空き
DIP=10.1.0.12
FCS

(b) BDが送信する  
ARP要求パケット

DA=MRA
SA=MS3
PT=0x0806
ARP Header (ARP応答)
SA=MS3
SIP=10.1.0.12
DA=MRA
DIP=10.1.0.1
FCS

(c) S3が送信する  
ARP応答パケット

RPR Head
DA=MRA
SA=MS3
PT=0x0806
HEC
ARP Header (ARP応答)
SA=MS3
SIP=10.1.0.12
DA=MRA
DIP=10.1.0.1
FCS

(d) BDが送信する  
ARP応答パケットRA-S3間ARPフレームフォーマット

【図 9】

RPR Head
DA=MBD
SA=MRA
PT=0x0800
HEC
DA=MS3
SA=MRA
PT=0x0800
IP Head
IDA=10.1.0.12
ISA=10.1.0.1
Payload
FCS

(a) RAが送信する  
IPデータパケット

DA=MRA
SA=MS3
PT=0x0800
IP Head
IDA=10.1.0.1
ISA=10.1.0.12
Payload
FCS

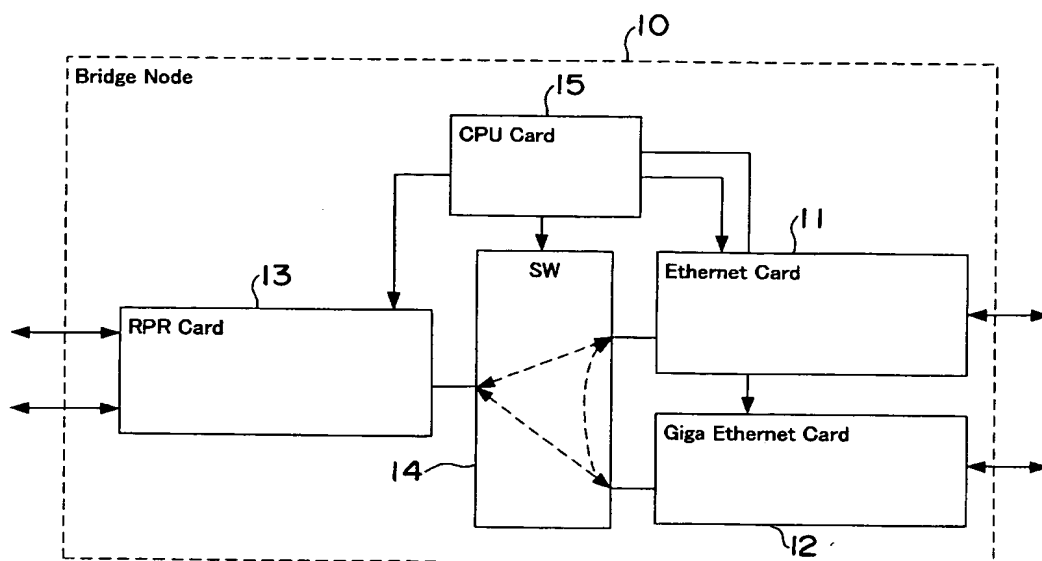
(b) S3が送信する  
IPデータパケット

RPR Head
DA=MRA
SA=MS3
PT=0x0800
HEC
IP Head
IDA=10.1.0.1
ISA=10.1.0.12
Payload
FCS

(c) BDが変換して  
送信する  
IPデータパケット

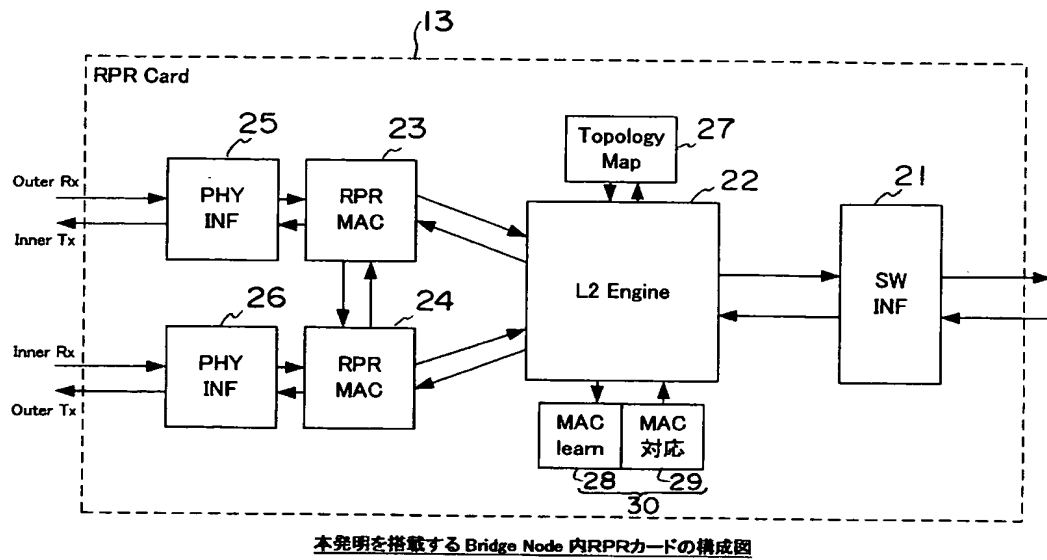
RA-S3間IPデータパケットフォーマット

【図 10】



本発明を搭載する Bridge Node の構成図

【図11】



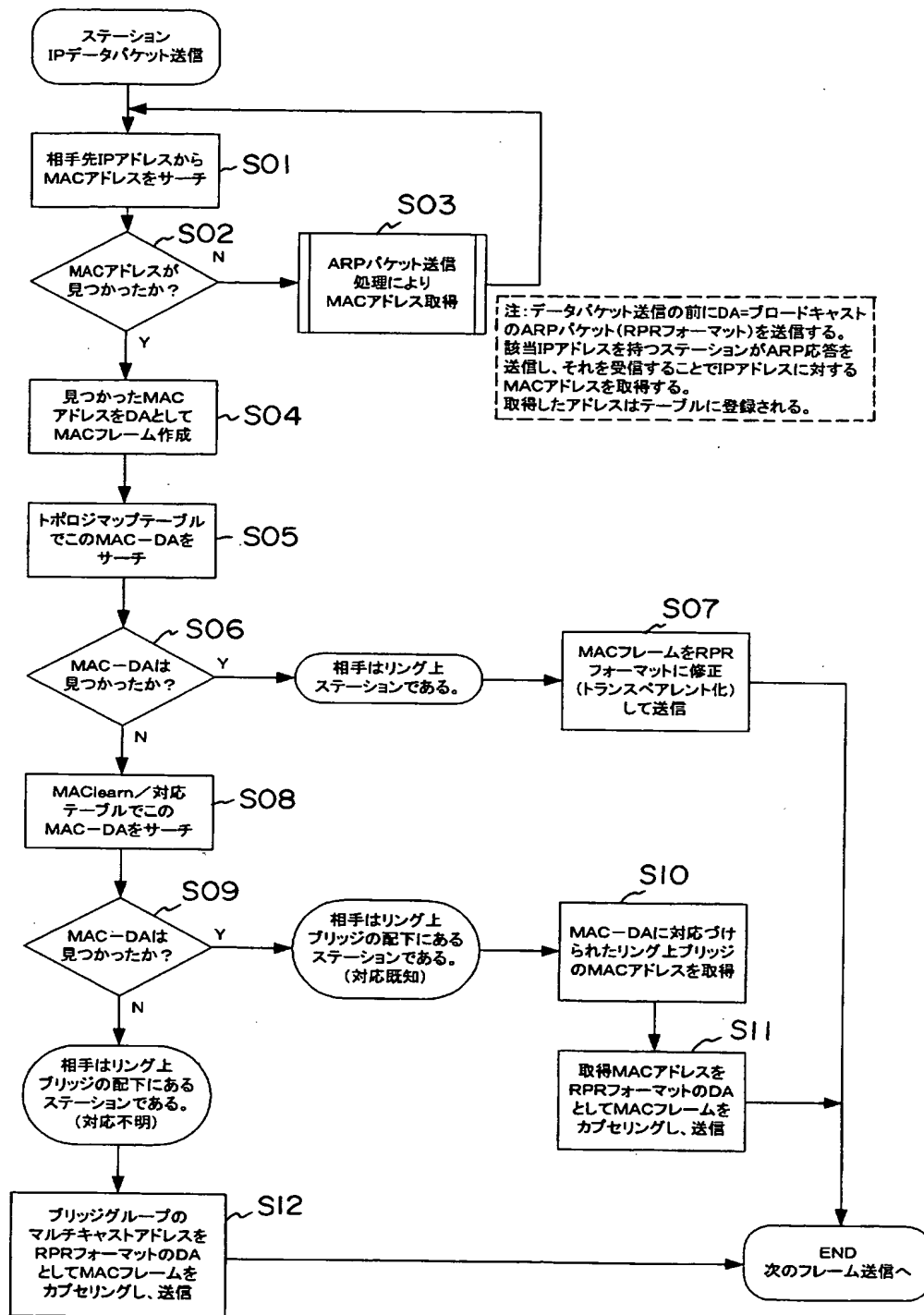
【図 12】

本発明によるBCのMAClearn+MAC対応テーブル

装置名	MACアドレス	装置名	MACアドレス	ポート番号
RA	MRA	—	—	0(RPR)
RB	MRB	—	—	0(RPR)
BC	MBC	S1	MS1	1(Ether)
		S2	MS2	2(GEther)
BD	MBD	S3	MS3	0(RPR)
		S4	MS4	0(RPR)
RE	MRE	—	—	0(RPR)
BF	MBF	S5	MS5	0(RPR)
		S6	MS6	0(RPR)

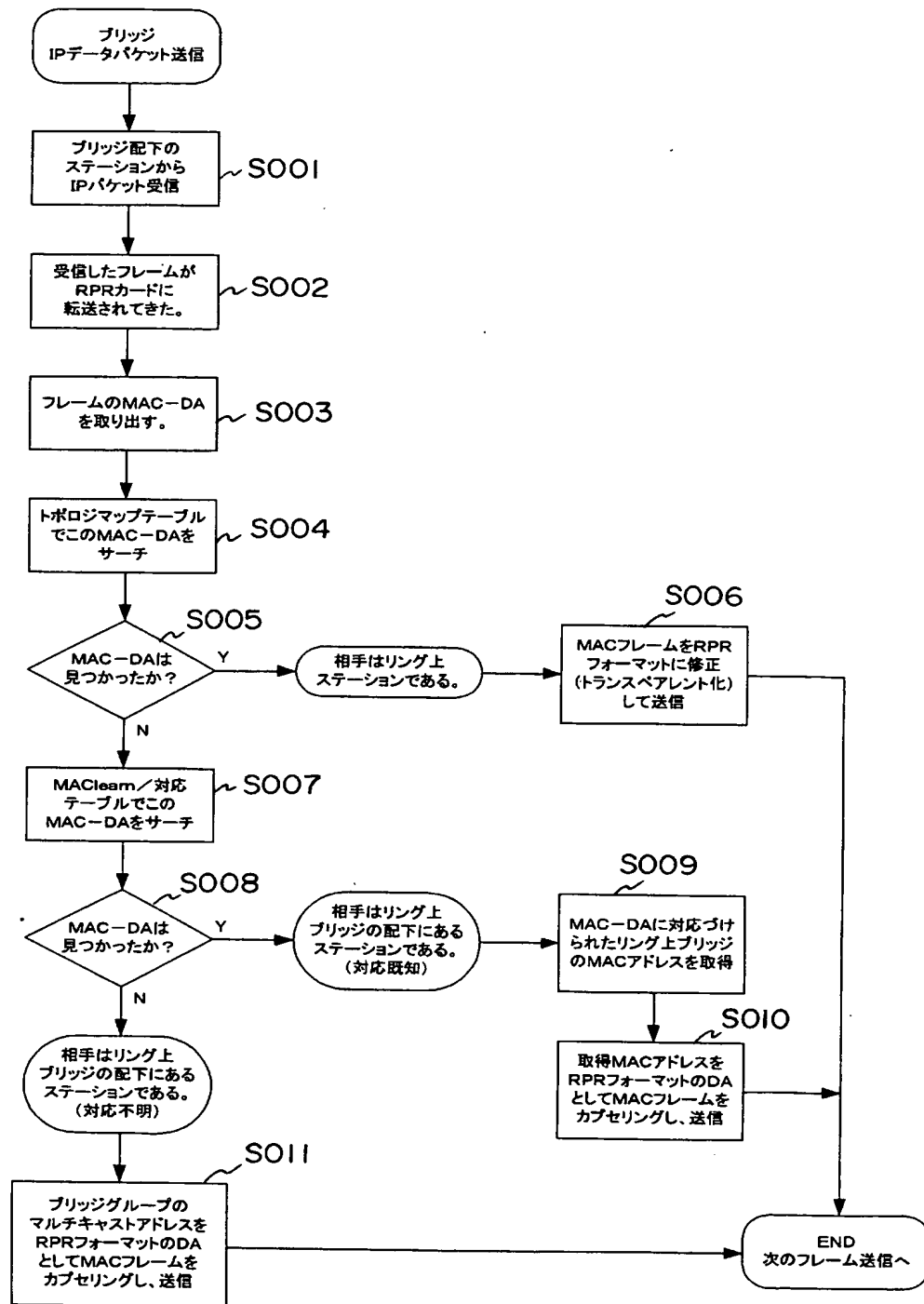
30

【図13】



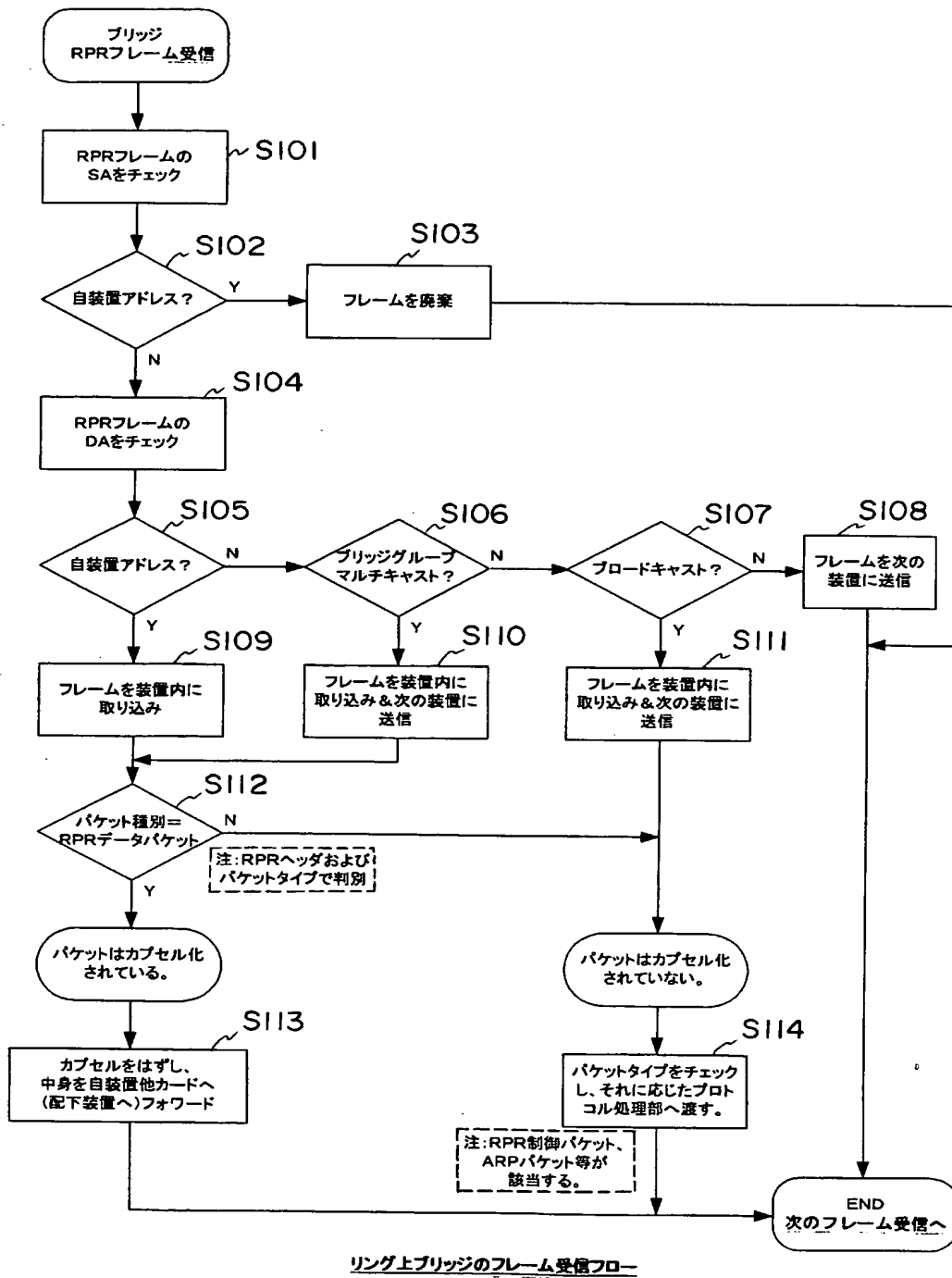
リング上ステーションのRPR MACフレーム送信処理フロー

【図 14】



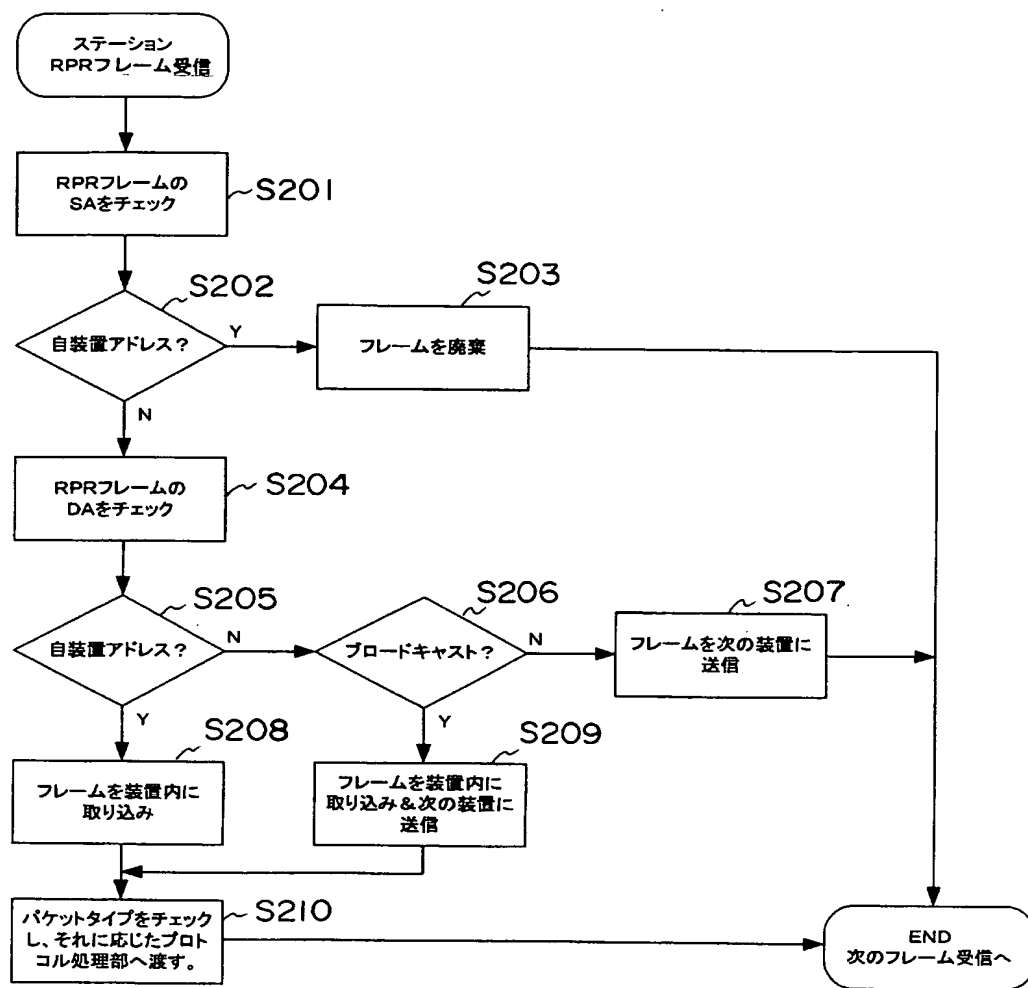
リング上ブリッジのRPR MACフレーム送信フロー

【図15】





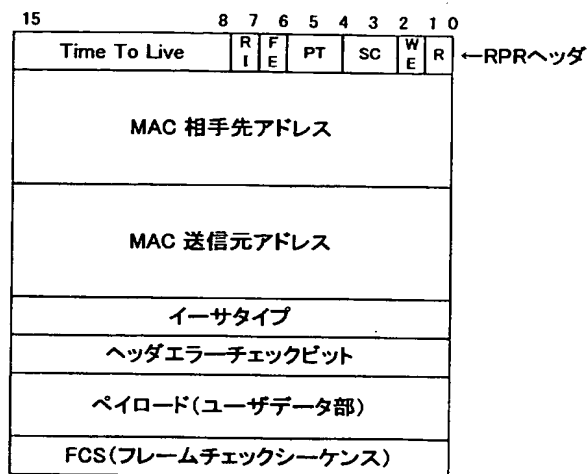
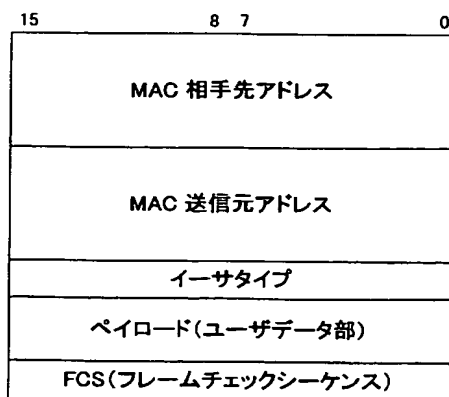
【図16】



リング上ステーションのRPR MACフレーム受信フロー

【図17】

EMACフレーム、RMACフレームのフォーマット



## 1) イーサネットMACフレーム

## 2) RPR MACフレーム

注) RPRヘッダの各フィールドの意味

TTL: フレームの生存時間を示す。1ノード通過ごと(ノードの定義は次項)に-1され、-1した結果が0になると次のノードにフォワードされない。

RI: リングレットID。リングレットとは双方向のリングのうち片方を指すときに用い、このビットはこのフレームがどちらのリングレットに本来存在するかを示す。リングレット0=0、リングレット1=1。

FE: このパケットがフェアネス制御対象であるかどうかを示す。FE=0、フェアネス対象でない。FE=1、フェアネス対象である。

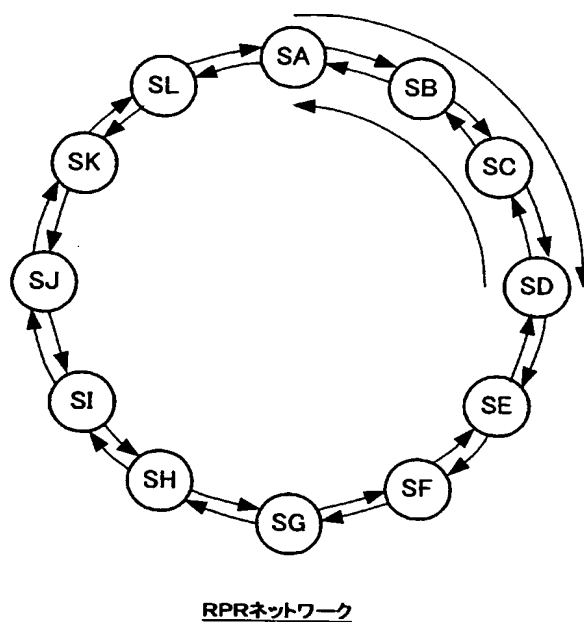
PT: パケットの属性を定義する。00=将来予約、01=RPR制御パケット、10=RPRフェアネスパケット、11=データパケット。

SC: サービスクラス。00=クラスC、01=クラスB、10=クラスA(サブクラスA1)、11=クラスA(サブクラスA0)

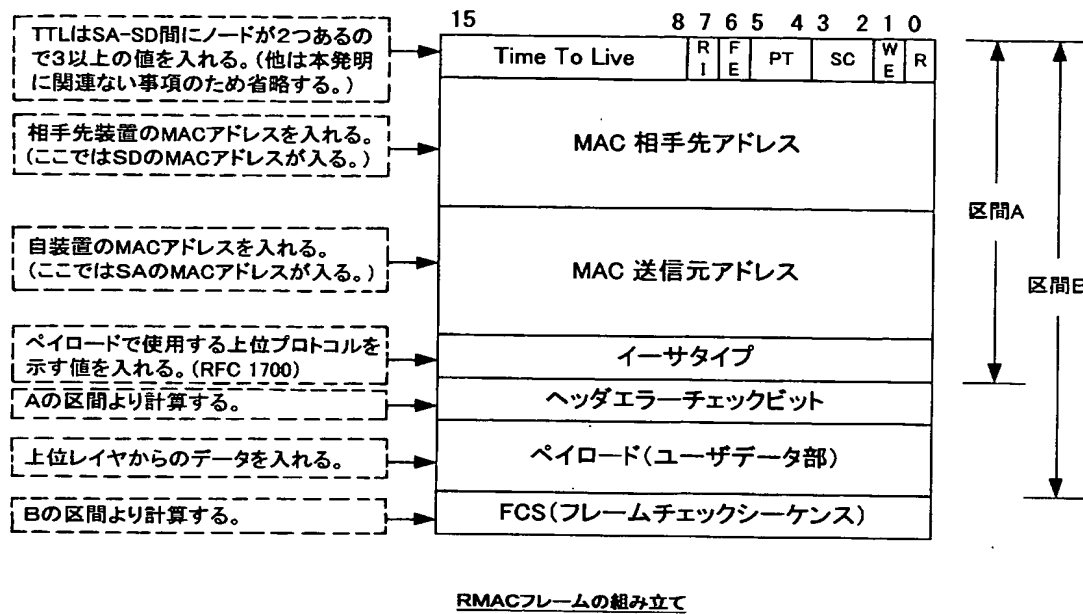
WE: ラッピング機能の有無。0=ラッピング機能なし、1=ラッピング機能あり。

R: 将来予約

【図 18】



【図 19】



【図 2 0】

表1 ノードSAのテーブル(トポロジマップテーブル)

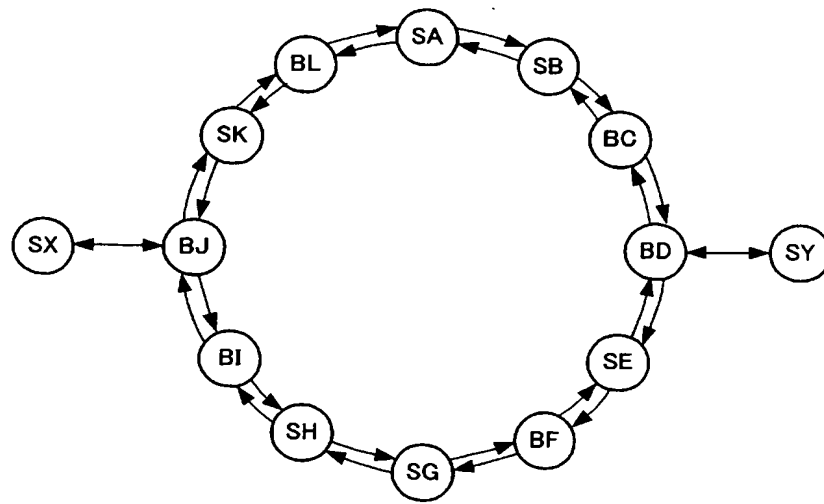
ノード名	MACアドレス	外回り		内回り	
		TTL	状態	TTL	状態
SA	MSA	—	—	—	—
SB	MSB	1	IDLE	11	IDLE
SC	MSC	2	IDLE	10	IDLE
SD	MSD	3	IDLE	9	IDLE
SE	MSE	4	IDLE	8	IDLE
SF	MSF	5	IDLE	7	IDLE
SG	MSG	6	IDLE	6	IDLE
SH	MSH	7	IDLE	5	IDLE
SI	MSI	8	IDLE	4	IDLE
SJ	MSJ	9	IDLE	3	IDLE
SK	MSK	10	IDLE	2	IDLE
SL	MSL	11	IDLE	1	IDLE

【図 21】

表2 ノードSC⇒SD間障害発生後のノードSAのトポロジマップテーブル

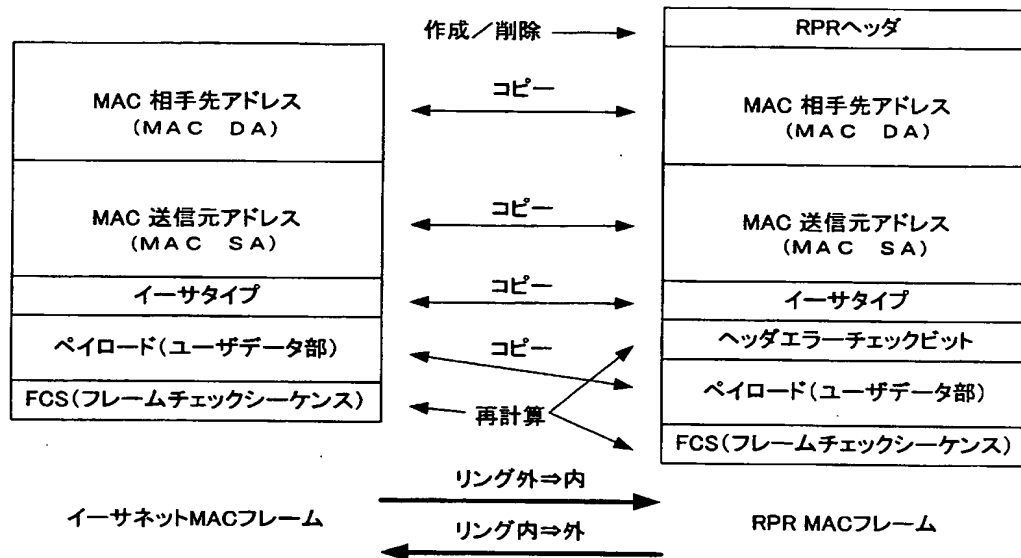
ノード名	MACアドレス	外回り		内回り	
		TTL	状態	TTL	状態
SA	MSA	—	—	—	—
SB	MSB	1	IDLE	11	IDLE
SC	MSC	2	IDLE	10	IDLE
SD	MSD	3	IDLE⇒BUSY	9	IDLE
SE	MSE	4	IDLE⇒BUSY	8	IDLE
SF	MSF	5	IDLE⇒BUSY	7	IDLE
SG	MSG	6	IDLE⇒BUSY	6	IDLE
SH	MSH	7	IDLE⇒BUSY	5	IDLE
SI	MSI	8	IDLE⇒BUSY	4	IDLE
SJ	MSJ	9	IDLE⇒BUSY	3	IDLE
SK	MSK	10	IDLE⇒BUSY	2	IDLE
SL	MSL	11	IDLE⇒BUSY	1	IDLE

【図 22】



ステーションとブリッジが混在したRPRネットワーク

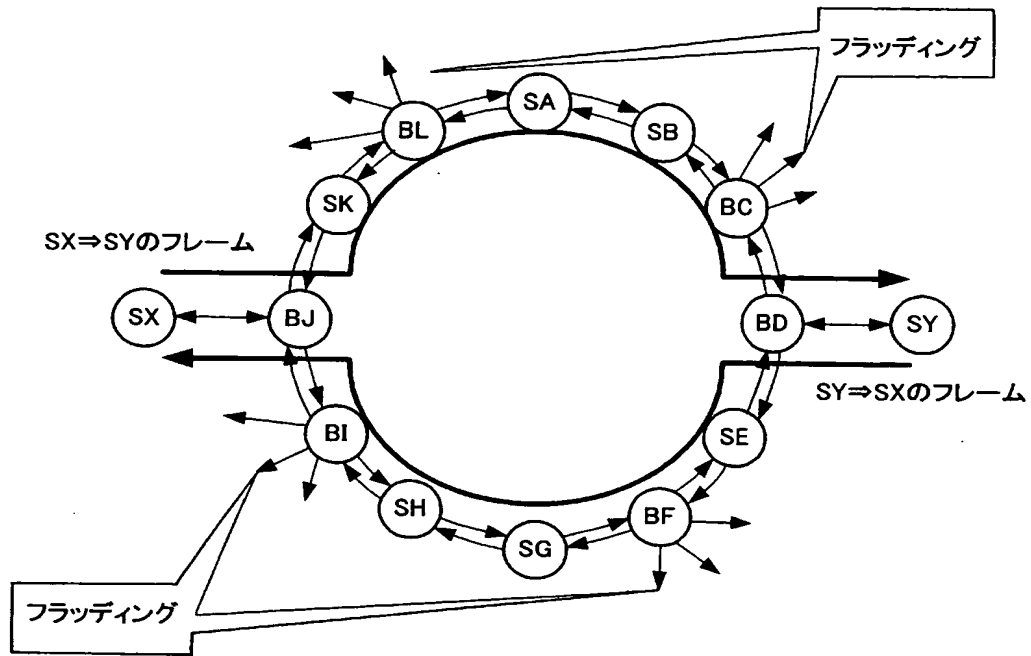
【図 23】



802. 1D 標準トランスパレントブリッジが行うフレーム処理

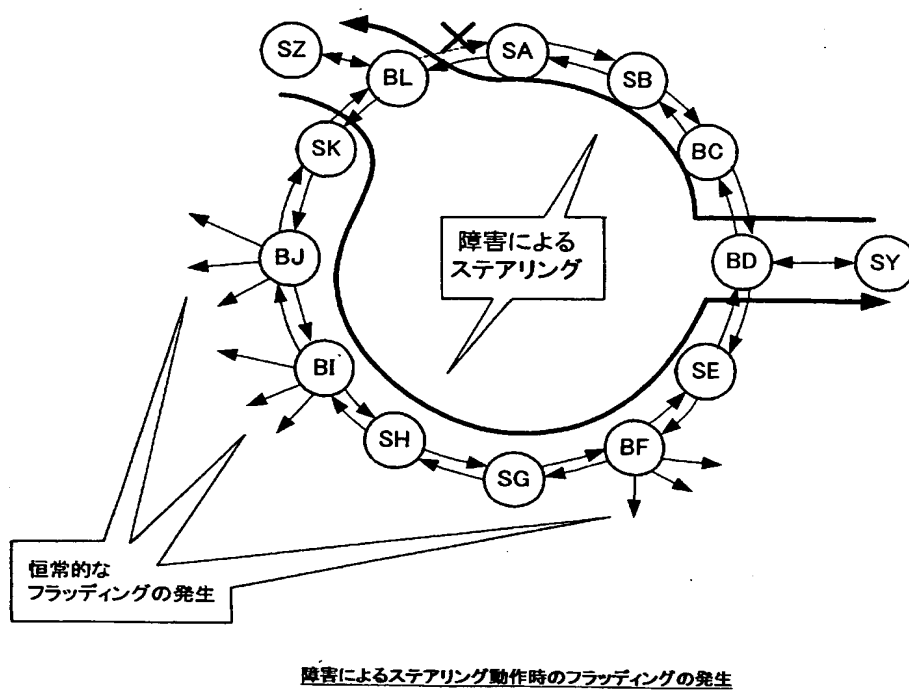


【図 24】

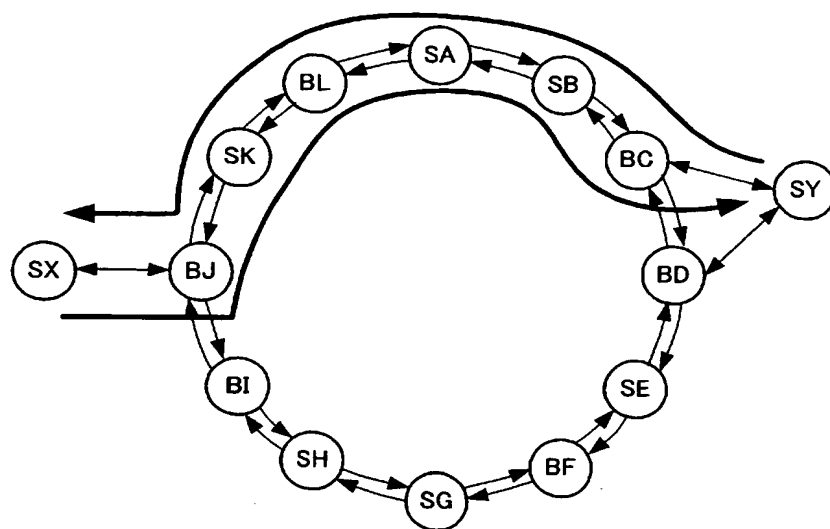


MACアドレス未学習により起きるフラッディング

【図 25】

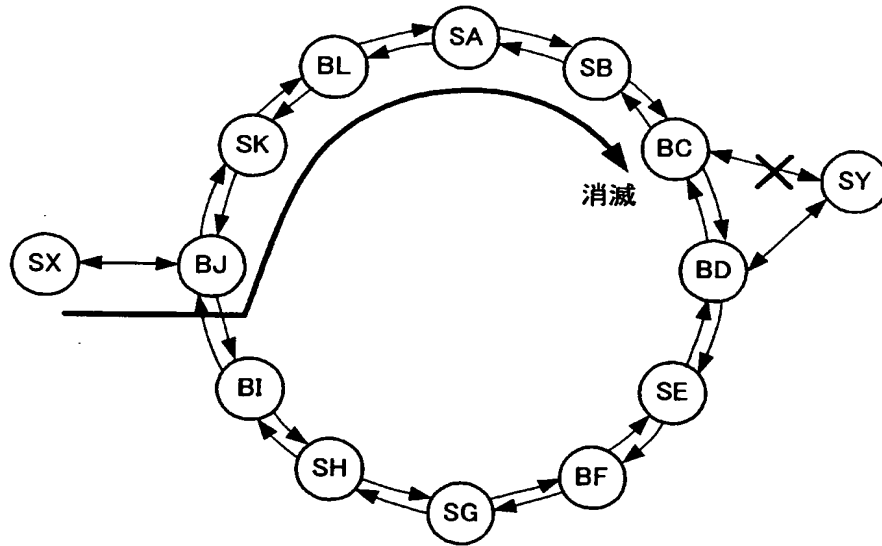


【図 26】



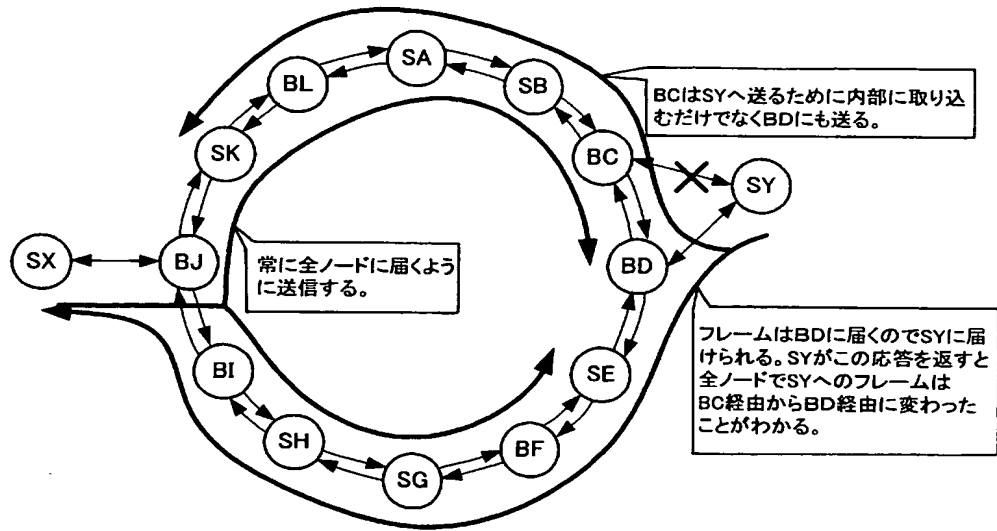
2つのブリッジに接続されたステーションを持つRPRネットワーク(通常状態)

【図 27】

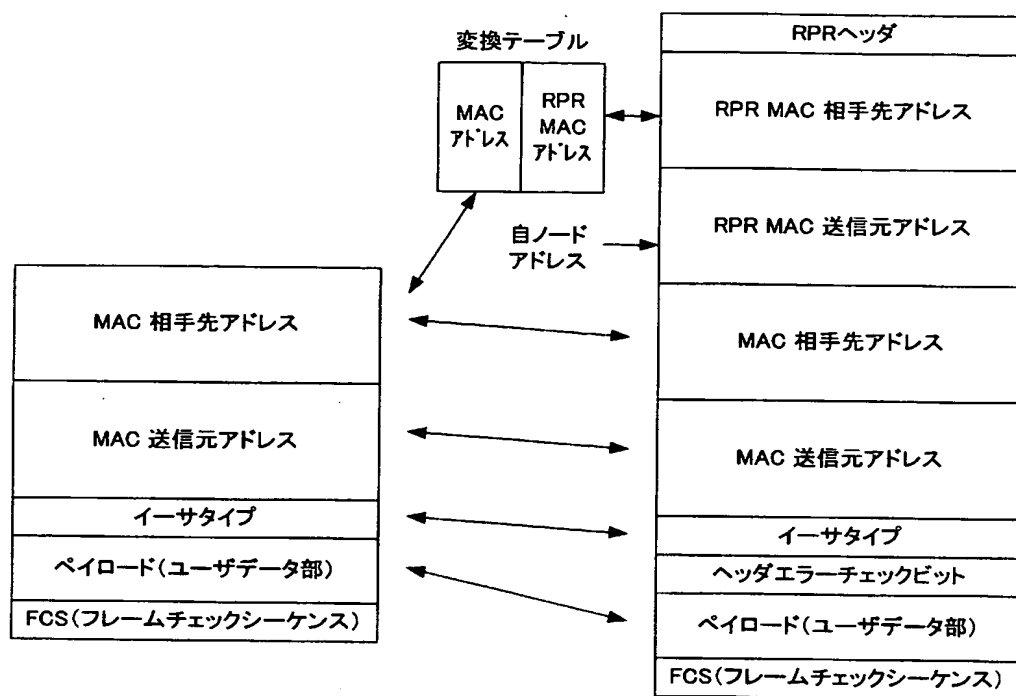


2つのブリッジに接続されたステーションを持つRPRネットワーク(BC-SY間障害状態)

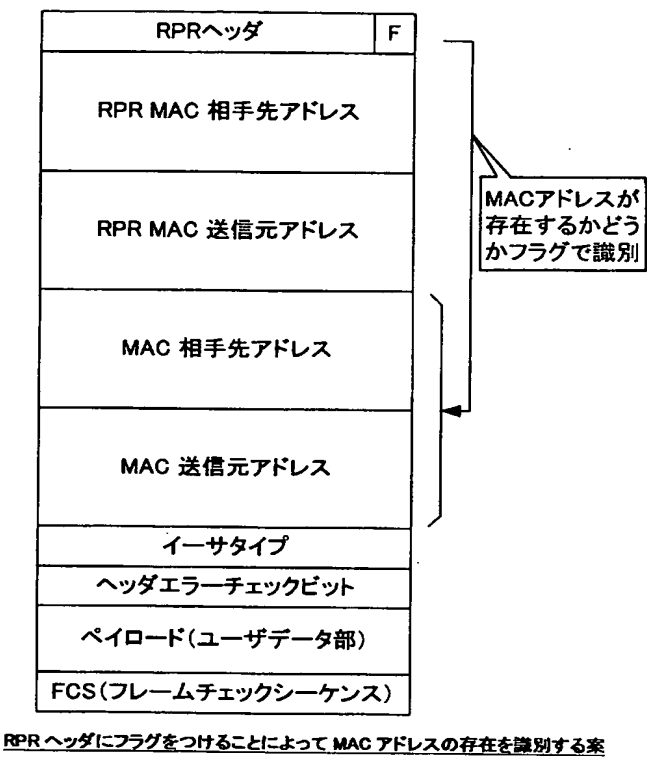
【図 28】

全ノードへの送信による問題の解決方法案

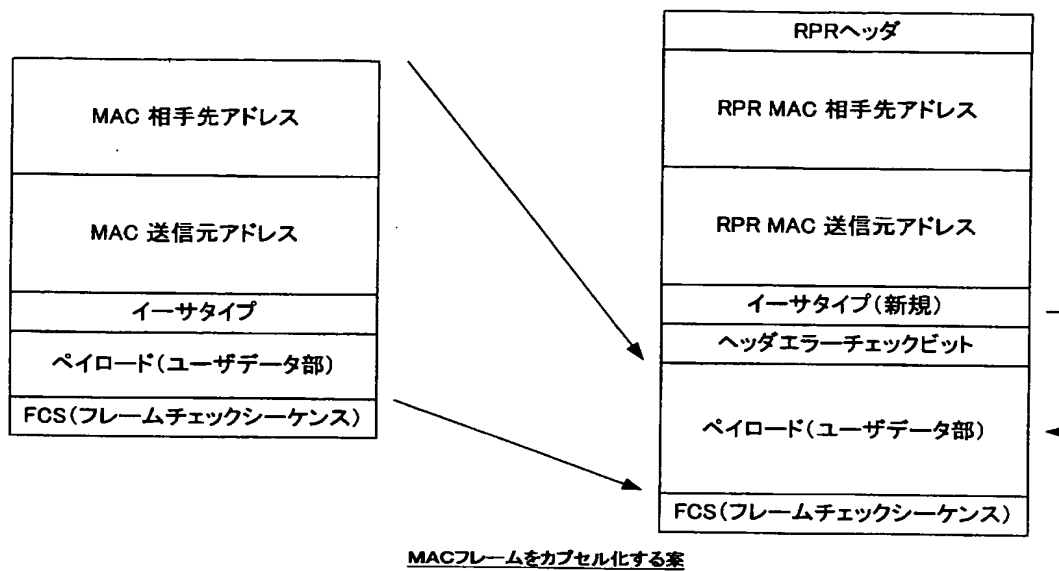
【図 29】

MACアドレスを RPR フォーマットに追加する案

【図 3 0】

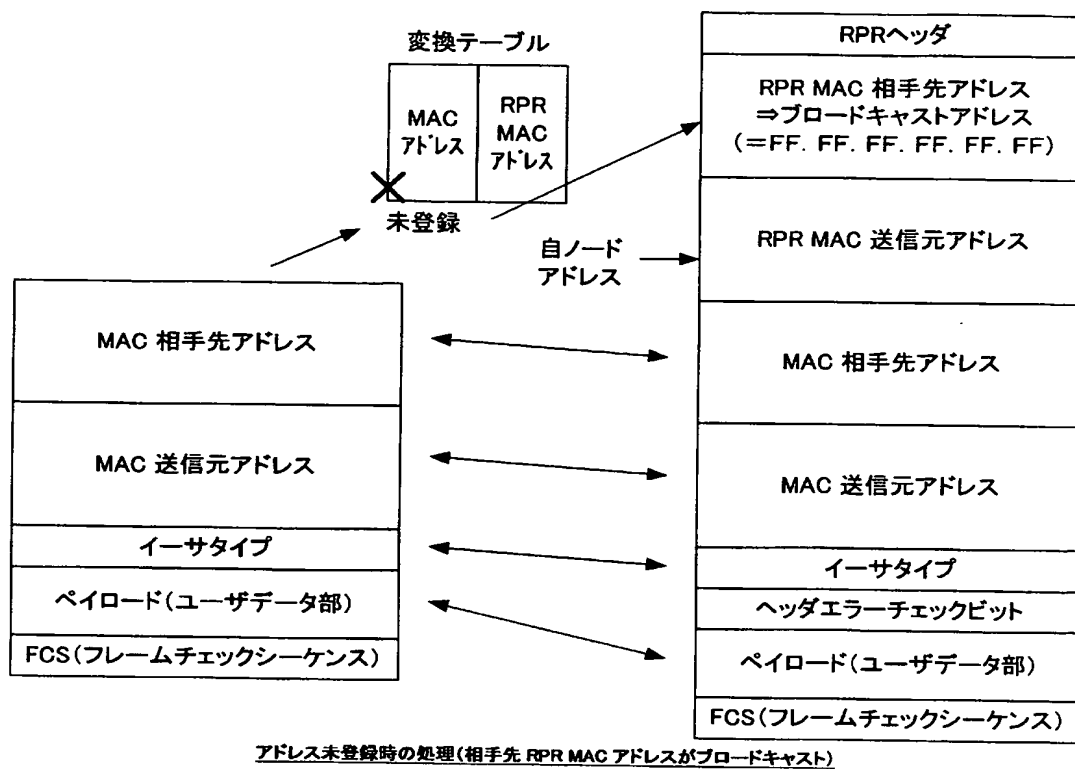


【図 31】

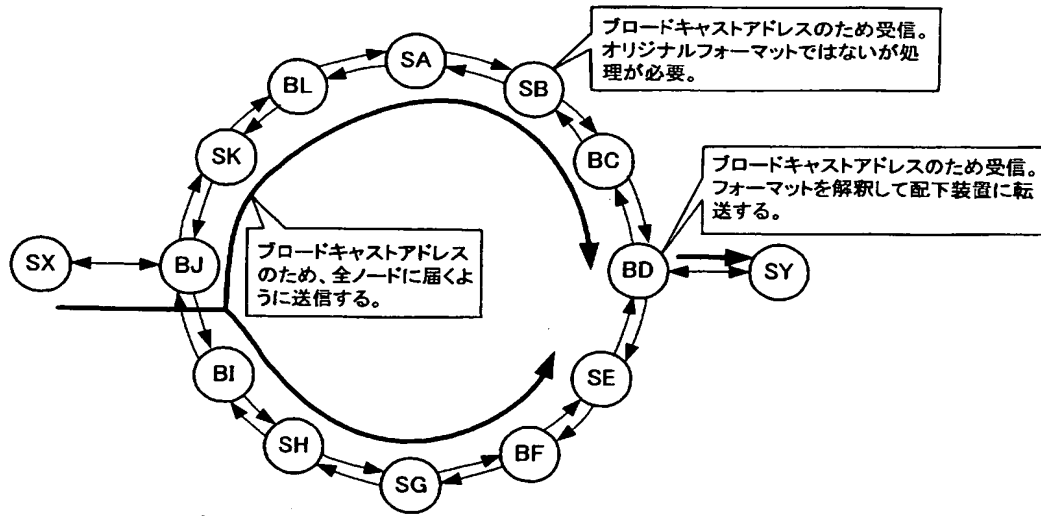




【図 3 2】



【図 33】



アドレス未登録時の各ノード処理(相手先 RPR MAC アドレスがブロードキャスト)

**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** MACアドレスの追加／フレームのカプセル化が行われていることを示す識別用のフラグやETを不要とする。

**【解決手段】** ブリッジノードは、ステーションノードが宛先のMACフレームをRPR MACフレームに変換して送信し、他のブリッジノードに接続されたリング外のステーション宛のMACフレームはRPR MACフレームでカプセル化して送信する。これにより、ブリッジノードはMACフレームがカプセル化されたRPR MACフレームを受信し、ステーションノードはカプセル化されていないRPR MACフレームを受信する。

**【選択図】 図 1 4**

特願 2 0 0 3 - 0 3 1 3 9 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 2 2 3 ]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社